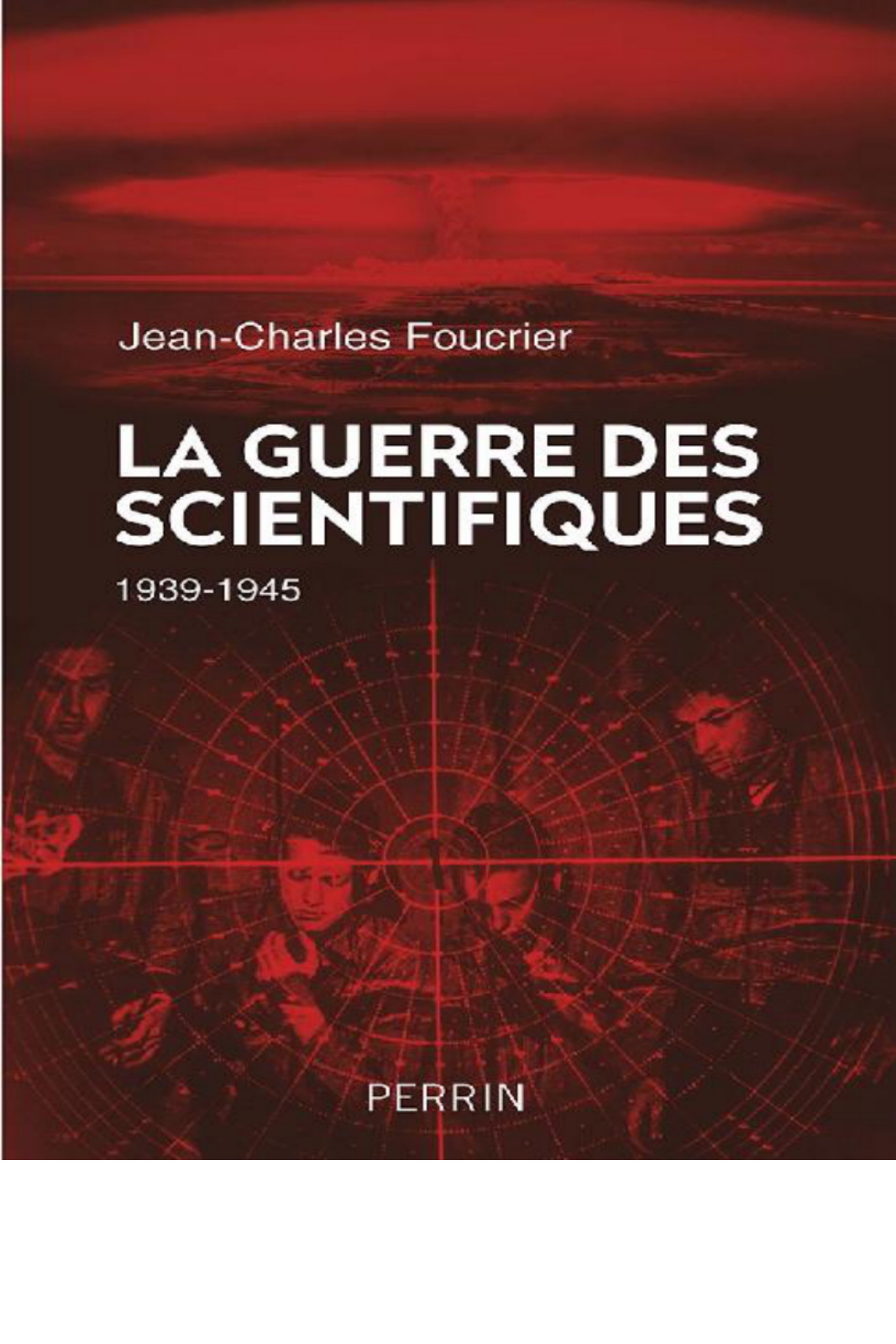


La Guerre des scientifiques

Jean-Charles Foucrier

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM



Jean-Charles Foucrier

LA GUERRE DES SCIENTIFIQUES

1939-1945

PERRIN

Table of Contents

1. Couverture
2. Titre
3. Copyright
4. Sommaire
5. Introduction
6. PREMIÈRE PARTIE. LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE
 1. I. La mobilisation des scientifiques britanniques
 1. L'éminence grise de Churchill
 2. Le sociologue des singes
 3. La bataille des ondes
 4. Couler ou périr
 2. II. La maîtrise des mers
 1. La quête des micro-ondes
 2. Les liaisons fructueuses
 3. L'arsenal de la démocratie
 4. La mort en face
 3. III. Passage à l'offensive
 1. Règlements de comptes
 2. L'homme qui vivait ses rêves
 3. Battus par les flots
 4. Permis de tuer
 4. IV. Aux origines de la bombe
 1. La promesse du mal
 2. La lettre d'Einstein
 3. Le nerf de la guerre
 4. L'axe atomique
7. DEUXIÈME PARTIE. GLOIRES ET HONTES MÉDICALES
 1. V. L'épopée de la pénicilline
 1. Les dons gracieux du nazisme
 2. Le miracle d'Oxford
 3. Objectif Jour J
 4. Vivre et laisser mourir
 2. VI. Les vaccins du typhus
 1. Le maître des poux
 2. La tentation du diable
 3. Les secrets de l'Institut Pasteur
 4. L'enfer ne suffit pas
 3. VII. La traque du paludisme
 1. Au profit de la science
 2. Le médicament parfait

3. [La guerre biologique](#)
 4. [L'arme fatale](#)
4. [VIII. On ne juge pas un vainqueur](#)
 1. [Le patient HP-12](#)
 2. [La liste de Manhattan](#)
 3. [L'Europe d'abord](#)
 4. [La faim justifie les moyens](#)
8. [TROISIÈME PARTIE. TOP SECRET](#)
 1. [IX. La lumière vient de Pologne](#)
 1. [Deus ex machina](#)
 2. [Mon fils est un génie](#)
 3. [Le cercle des cerveaux](#)
 4. [Jeux de dupes](#)
 2. [X. La guerre des décodeurs](#)
 1. [Le déchiffreur de papyrus](#)
 2. [Le cerveau d'ULTRA](#)
 3. [La victoire sans gloire](#)
 4. [La stratégie de l'échec](#)
 3. [XI. La naissance de l'informatique](#)
 1. [Les poissons de Hitler](#)
 2. [Un colosse des Temps modernes](#)
 3. [En terrain neutre](#)
 4. [Le calculateur de la mort](#)
 4. [XII. Histoires d'espionnage](#)
 1. [Chasse aux sorcières](#)
 2. [Le club des Cinq](#)
 3. [Le bébé est né](#)
 4. [L'ombre d'un doute](#)
9. [Sources](#)
10. [Notes](#)

Landmarks

1. [Cover](#)

Jean-Charles Foucrier

LA GUERRE
DES SCIENTIFIQUES

1939-1945

PERRIN

© Perrin, un département de Place des Editeurs, 2019

12, avenue d'Italie
75013 Paris
Tél. : 01 44 16 09 00
Fax : 01 44 16 09 01

ISBN : 978-2-262-07951-2

« Cette œuvre est protégée par le droit d'auteur et strictement réservée à l'usage privé du client. Toute reproduction ou diffusion au profit de tiers, à titre gratuit ou onéreux, de tout ou partie de cette œuvre, est strictement interdite et constitue une contrefaçon prévue par les articles L 335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle. L'éditeur se réserve le droit de poursuivre toute atteinte à ses droits de propriété intellectuelle devant les juridictions civiles ou pénales. »

Crédit couverture : Montage de couverture : explosion nucléaire. © Gamma-Rapho
Opérateurs radar de l'US Navy. © www.bridgemanimages.com

Sommaire

Titre

Copyright

Introduction

PREMIÈRE PARTIE

LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

I. La mobilisation des scientifiques britanniques

L'éminence grise de Churchill

Le sociologue des singes

La bataille des ondes

Couler ou périr

II. La maîtrise des mers

La quête des micro-ondes

Les liaisons fructueuses

L'arsenal de la démocratie

La mort en face

III. Passage à l'offensive

Règlements de comptes

L'homme qui vivait ses rêves

Battus par les flots

Permis de tuer

IV. Aux origines de la bombe

La promesse du mal

La lettre d'Einstein

Le nerf de la guerre

L'axe atomique

DEUXIÈME PARTIE

GLOIRES ET HONTES MÉDICALES

V. L'épopée de la pénicilline

Les dons gracieux du nazisme

Le miracle d'Oxford

Objectif Jour J

Vivre et laisser mourir

VI. Les vaccins du typhus

Le maître des poux

La tentation du diable

Les secrets de l'Institut Pasteur

L'enfer ne suffit pas

VII. La traque du paludisme

Au profit de la science

Le médicament parfait

La guerre biologique

L'arme fatale

VIII. On ne juge pas un vainqueur

Le patient HP-12

La liste de Manhattan

L'Europe d'abord

La faim justifie les moyens

TROISIÈME PARTIE

TOP SECRET

IX. La lumière vient de Pologne

Deus ex machina

Mon fils est un génie

Le cercle des cerveaux

Jeux de dupes

X. La guerre des décodeurs

Le déchiffreur de papyrus

Le cerveau d'ULTRA

La victoire sans gloire

La stratégie de l'échec

XI. La naissance de l'informatique

Les poissons de Hitler

Un colosse des Temps modernes

En terrain neutre

Le calculateur de la mort

XII. Histoires d'espionnage

Chasse aux sorcières

Le club des Cinq

Le bébé est né

L'ombre d'un doute

Sources

Notes

À mon beau-père, Józef

Introduction

C'est bien connu : la science sans conscience n'est que ruine de l'âme. Et la science durant la Seconde Guerre mondiale est à son image, jonchée de ruines. Mais, comme dans tout conflit, la science est également marquée de traits géniaux, à la gloire de l'intelligence humaine. Elle s'inscrit ainsi dans la logique du pire conflit de l'Histoire, puisant à la fois ses réalisations dans les ressources les plus infâmes de l'homme, et aussi dans ses capacités les plus nobles. Dans des circonstances exceptionnelles, des hommes normaux ont donné le meilleur et le pire de leurs capacités pour l'effort de guerre, transcendés par leur patriotisme, leur courage, leur humanisme, ou encore leur intérêt.

La Seconde Guerre mondiale a fait office de gigantesque catalyseur pour des milliers de scientifiques de toutes nationalités, accélérant brutalement les avancées de la recherche. Des universitaires, chercheurs, enseignants qui pour la plupart ne connaissaient rien à la chose militaire ont décidé, le plus souvent volontairement, d'utiliser une arme originale et dangereuse pour vaincre : l'intelligence. Aucun conflit n'avait auparavant fait appel à ce point aux ressources de la rationalité pour réaliser des armes, concevoir des stratégies, inventer de nouvelles technologies, soigner des maladies. Les hommes et les femmes engagés dans cet aspect peu connu du conflit se sont livrés aux recherches les plus diverses, en fonction des nombreux besoins devenus subitement et immédiatement pressants.

Cet ouvrage dresse le portrait de quelques dizaines de scientifiques, universitaires et chercheurs, engagés directement dans l'effort de guerre, et généralement peu connus. Son ambition n'est pas de dresser une liste exhaustive et complète de cette très vaste question, ni même de fournir des détails hautement techniques sur des inventions parfois extrêmement complexes, et dans les faits peu intéressantes pour le commun des mortels. Chaque sous-chapitre évoque et résume des sujets très diversifiés, qui nécessiteraient des ouvrages entiers. L'ambition de ce livre est ainsi d'explorer les thématiques les moins connues de la science en guerre, et qui

ne viendraient pas forcément d'elles-mêmes à l'attention du lecteur, et de lui fournir éventuellement de nombreuses clés d'approfondissement.

La première partie de cet ouvrage s'attache à passer en revue quelques réalisations de la « recherche opérationnelle », définie au Royaume-Uni à l'orée de la Seconde Guerre mondiale. Grâce à l'action militante de plusieurs scientifiques, le gouvernement britannique prend de justesse conscience de l'immense vivier de talents disponibles au sein des universités et des laboratoires. Des chercheurs qui le plus souvent n'entendent rien aux affaires militaires sont brusquement et tardivement appelés à préparer un conflit sur le point d'éclater. Dans le cadre de la défense aérienne de la Grande-Bretagne, il faut à tout prix trouver un moyen de détecter les avions ennemis, avant même de les observer. Ce sont là les grandes heures d'une invention destinée à marquer l'Histoire : le radar.

Le Royaume-Uni est constitué d'îles, c'est sa force contre les invasions terrestres, et aussi sa faiblesse, avec une grande dépendance des liaisons maritimes. La guerre dans les airs se double d'une menace d'étouffement sur les mers, considérée par Winston Churchill comme le pire danger de la Seconde Guerre mondiale. Les sous-marins allemands ne tardent pas à faire la loi dans l'Atlantique, opérant impunément en surface. Les Alliés ont à tout prix besoin d'une nouvelle invention comparable au radar, mais susceptible d'être embarquée dans un avion, et suffisamment précise pour détecter une cible aussi réduite qu'un sous-marin. La solution se trouve cachée au sein de l'université de Birmingham, où l'on s'intéresse de près aux mystères des micro-ondes.

La menace repoussée dans les airs et sur les mers, les scientifiques alliés sont mis à contribution pour forger les armes de la contre-offensive. Pour offrir le maximum de chances de réussite au débarquement de Normandie, des hommes n'ayant jamais approché une école militaire se lancent dans la conception de plans audacieux. Ils imaginent des porte-avions et des ports défiant l'océan, virtuellement incoulables. Ils bousculent les stratégies d'état-major en proposant de bombarder les gares françaises pour paralyser le système ferroviaire ennemi. Débordant d'imagination, les scientifiques britanniques sont eux-mêmes victimes et instigateurs de multiples intrigues de palais, où les prérogatives et les jalousies s'écharpent sur l'autel du pouvoir.

Produit ultime des chercheurs en guerre, la bombe atomique est probablement l'« œuvre » scientifique la plus célèbre de la Seconde Guerre mondiale. Ses origines sont toutefois moins connues. À la fin des années 1930, la physique allemande est la plus distinguée par les Prix Nobel, avec des universités prestigieuses rayonnant sur le monde entier. Deux scientifiques allemands sont à l'origine de la découverte de la fission atomique dans les mois précédant le conflit. L'Allemagne semble la mieux placée pour obtenir une bombe atomique – qu'elle n'aura jamais. Nombre de ses plus brillants physiciens, d'origine juive, vont s'exiler au Royaume-Uni et aux États-Unis, victimes des lois raciales nazies. Accueillis à bras plus ou

moins ouverts par les Alliés selon leurs compétences, ces hommes construiront ironiquement la bombe atomique aux États-Unis.

La deuxième partie s'intéresse aux gloires et hontes de la recherche médicale durant la Seconde Guerre mondiale. Cette thématique fait certes immédiatement penser aux tristement célèbres expérimentations « médicales » nazies, désormais assez bien connues du grand public. La médecine en guerre est toutefois loin de se limiter à ces sinistres agissements. Au sein des laboratoires d'Oxford, des chercheurs britanniques s'essaient dans les premières années du conflit à la purification d'une substance aussi prometteuse qu'instable. Délaissée par l'industrie pharmaceutique allemande, la pénicilline sauvera pourtant la vie de milliers de soldats alliés.

Avec les camps de concentration et d'extermination, les autorités nazies ont créé le foyer idéal pour un mal qu'elles redoutent pourtant : le typhus. Au début de la Seconde Guerre mondiale, plusieurs vaccins existent ou sont à l'étude à travers le monde, sans que l'armée allemande dispose d'un sérum efficace et en quantités suffisantes. Des chercheurs allemands sans scrupule vont profiter de ce relatif vide médical pour s'acharner à produire un vaccin purement germanique. Et en utilisant, de manière aussi rationnelle qu'immorale, ce dont ils disposent à profusion : les prisonniers des camps.

L'autre grande maladie mise en lumière par le conflit, le paludisme, concerne davantage les Alliés, sur le théâtre d'opération méditerranéen et surtout dans le Pacifique. Contrairement au typhus, le paludisme résiste à toutes les tentatives de vaccin, ce qui n'empêche pas les Américains et les Allemands d'essayer de fabriquer un sérum jusqu'à la fin de la guerre. Seuls les Alliés réussiront à obtenir un produit capable d'éradiquer les moustiques vecteurs de la maladie. Il s'agit du DDT, pourtant diligemment prodigué par les Suisses à tous les belligérants.

Si les médecins allemands ont commis le pire dans les camps, les Alliés et en particulier les Américains n'ont pas toujours la conscience forcément tranquille – certes sur une échelle difficilement comparable. Dans le cadre de la réalisation d'une bombe atomique, les scientifiques alliés doivent œuvrer avec une nouvelle substance chimique, le plutonium, fraîchement identifiée en 1940. Ses effets sur la santé sont encore inconnus. Pour les étudier, le plutonium est administré à des blessés et des malades – à leur insu.

La troisième et dernière partie explore les arcanes de la guerre secrète, toujours en lien avec la recherche scientifique. L'œuvre des décrypteurs alliés est désormais célèbre à travers la figure d'Alan Turing. Toutefois, le décryptage d'Enigma semble populairement se résumer à la seule intervention du mathématicien britannique – au demeurant cruciale. Et pourtant, dès 1932, alors que Turing ignorait encore tout de la machine à crypter allemande, d'autres mathématiciens venaient déjà à bout d'Enigma. Largement méconnue, l'histoire des décrypteurs débute en Pologne, avec trois jeunes

génies qui fourniront par la suite les secrets d'Enigma aux Français et aux Britanniques.

À Bletchley Park, l'autre secrète des décrypteurs britanniques, Alan Turing est loin d'être le seul à faire briller l'intelligence humaine. Il n'aurait surtout guère obtenu de résultats sans l'action de nombreux autres chercheurs. Alimenté par un afflux constant de jeunes cerveaux issus principalement des universités de Cambridge et d'Oxford, Bletchley Park fonctionne grâce à un brillant mathématicien, auteur d'avancées décisives, et pourtant resté dans l'ombre. Pour leur part, les mathématiciens allemands sont loin d'obtenir des résultats aussi remarquables que leurs adversaires, paralysés dans la jungle mortelle de l'administration nazie.

Enigma est loin d'être la seule machine à chiffrer utilisée par l'armée allemande. Pour ses communications particulières, Hitler n'utilise jamais Enigma, mais plutôt les machines de Lorenz, encore plus complexes. Pour en venir à bout, les Britanniques conçoivent un appareil bien plus évolué que la « bombe » électromécanique de Turing. Fonctionnant de manière électronique, le Colossus signe la naissance des ordinateurs. Les mathématiciens américains réalisent pour leur part un supercalculateur, utilisé secrètement pour la réalisation de la bombe atomique.

Les secrets de la recherche scientifique durant toute la Seconde Guerre mondiale entraînent une intense activité d'espionnage, l'ensemble des belligérants étant désireux de connaître les résultats de leurs adversaires. Le spectre d'une bombe atomique nazie ne manque pas d'inquiéter les Alliés, pourtant bien plus avancés en la matière. Dans ce jeu d'espions, les services de renseignements soviétiques brillent tout particulièrement, utilisant avec pleine efficacité les courants de sympathie communistes en Europe et à travers le monde. Tout le monde est espionné, ennemis et amis. Et les Alliés n'ont guère de secrets pour Staline.

PREMIÈRE PARTIE

LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

I

La mobilisation des scientifiques britanniques

« La guerre me fit passer de l'état de chercheur à celui de combattant scientifique. »

Reginald Victor Jones¹.

4 juin 1940. L'évacuation de Dunkerque est terminée. Dans l'art militaire, c'est une victoire stratégique pour les Alliés, avec plusieurs centaines de milliers de soldats évacués en Angleterre, en un temps record. En apparence, cette bataille ressemble plutôt à un désastre. Les caméras allemandes se complaisent à filmer les plages de Dunkerque, Zuydcoote et Malo-les-Bains jonchées d'équipements abandonnés. En quelques semaines, la Wehrmacht vient d'anéantir les Pays-Bas, la Belgique et la France. Le Royaume-Uni demeure seul en guerre. Les chars, les canons, le matériel lourd est resté sur les plages françaises. Pour repousser l'offensive allemande, les Britanniques doivent surtout compter sur leur aviation, la RAF, et leur marine, la Royal Navy. Et aussi sur une ressource humaine à peu près inexploitée, et pourtant ô combien précieuse. Et celle-ci ne provient pas des écoles militaires, mais principalement des universités.

L'éminence grise de Churchill

Le lien entre science, technique et univers militaire, s'il prend son grand envol durant la Seconde Guerre mondiale, est toutefois aussi vieux que les conflits humains. Sans remonter à la préhistoire et ses pointes de flèches spécifiquement conçues pour frapper vite et bien, l'époque antique regorge

d'exemples de l'ingéniosité humaine à s'entre-tuer. En 213 avant J.-C., Archimède tient en respect pendant de longs mois les assiégeants romains à Syracuse, à l'aide de gigantesques catapultes de sa conception. Lors des deux sièges de Constantinople, en 674 et 714 après J.-C., les Byzantins s'offrent plusieurs siècles de répit face à l'expansion musulmane, en incendiant les marines arabes grâce au feu grégeois – un mélange inflammable dont la confection demeure mystérieuse. Au cours de l'époque moderne, au xv^e siècle Léonard de Vinci élève la polymathie à un niveau relevant du prodige, excellant aussi bien dans les arts, la littérature, la science et l'ingénierie. Nombre de ses croquis prophétisent cinq siècles à l'avance des armements sophistiqués comme le char, le sous-marin ou encore l'hélicoptère. L'époque contemporaine connaît une brusque accélération de l'utilisation des sciences et techniques dans la guerre, avec en particulier la guerre de Crimée (1853-1856), qui consacre l'avènement révolutionnaire et meurtrier de nouveaux types d'armements, comme le canon rayé et le navire cuirassé.

La Première Guerre mondiale développe à grande vitesse la dynamique insufflée par la guerre de Crimée. Grâce au moteur à explosion fraîchement inventé, les chars, avions et sous-marins offrent de nouvelles dimensions à l'art de la guerre. Cependant, en parallèle à son apport renforcé dans la destruction, la science est aussi utilisée de manière plus humaniste en développant des médicaments et vaccins contre les épidémies surgies dans le sillage de la Grande Guerre. Menacée de famine face au blocus allié, l'Allemagne tente de pallier ses carences en matériaux naturels en mobilisant ses scientifiques. Démuni de pétrole mais riche en charbon, le Reich pratique l'hydrogénation de son charbon pour obtenir une essence synthétique de bonne qualité – et écologique avant l'heure. En 1916, la première usine allemande d'hydrogénation de charbon est inaugurée. En 1934, l'Allemagne nazie se contente d'importer 1 720 000 tonnes de pétrole, contre 8 350 000 pour le Royaume-Uni, lui aussi particulièrement dépendant de ses importations².

Le ravitaillement britannique est lui-même mis à mal par les sous-marins allemands, qui dévastent les convois. En 1917, le Commander Mark Appleyard de la Royal Navy produit un modèle d'analyse mathématique sur les possibilités d'attaques des sous-marins ennemis, et les meilleures contre-mesures possibles. Appleyard est ainsi en mesure de déterminer la taille idéale des convois britanniques, leur allure optimale, les positions idéales pour les vaisseaux d'escorte ; il recommande par ailleurs d'évoluer en permanence en zigzag pour perturber les phases d'attaques ennemies. Si remarquables soient-ils, les travaux d'Appleyard sont jugés obsolètes après la victoire de 1918, entraînant de nouvelles hécatombes navales au cours de la guerre suivante³.

L'intérêt des Britanniques pour la science utilisée à des fins militaires tarde à se manifester. Au cours de la Première Guerre mondiale, les scientifiques sont couramment envoyés au front. Le brillant physicien d'Oxford Henry Moseley, spécialiste des rayons X, voit sa prometteuse

carrière écourtée par une balle turque en 1915 dans les Dardanelles, à l'âge de 27 ans. La mentalité anglo-saxonne de l'époque opère alors une dichotomie assez nette entre les sciences fondamentales dites « pures », et les sciences appliquées destinées à mettre concrètement en œuvre ces dernières. Héritée d'une logique toute platonicienne, cette conception tend à pousser les jeunes Anglais de bonne famille vers l'étude des mathématiques pures et surtout les sciences humaines, ainsi que l'apprentissage des langues grecques et latines, jugées nécessaires pour l'obtention d'une éducation correcte. Toutefois, c'est avant tout sur l'efficacité de son ingénierie, notamment navale, que repose la conquête de l'Empire britannique. Le biologiste Peter Medawar résume ainsi ce paradoxe typiquement anglo-saxon : « C'est quelque chose de très anglais de vouloir considérer les sciences pures et les sciences appliquées comme la base d'une distinction de classe, qui nous aide à oublier, peut-être, que c'est à nos ingénieurs et nos marchands que nous devons notre place de premier dans le monde⁴. »

Ce constat évolue sensiblement au cours des années 1930. Une manœuvre de l'armée de l'air britannique fait office de catalyseur en 1934. L'objectif est d'effectuer un simulacre de raids aériens sur Londres menés par le Bomber Command, la branche de la RAF en charge du bombardement, et ainsi de tester les capacités d'interception de la chasse britannique. L'exercice se déroule sur plusieurs nuits d'été, avec pour cibles principales le ministère de l'Air et le palais de Westminster avec ses deux Chambres parlementaires. Les chasseurs de la RAF échouent remarquablement dans leurs tentatives d'interception des bombardiers, qui survolent leurs cibles sans difficulté, déclenchant le commentaire savoureux d'un observateur du Bomber Command : « Le travail est terminé. Le ministère de l'Air et les Chambres du Parlement devraient cesser de nous ennuyer⁵. »

Au sein de l'état-major général de la RAF, l'humeur n'est toutefois pas à la plaisanterie. Les chasseurs sont incapables de défendre le Royaume-Uni. Un constat édifiant, alors qu'en cette même année 1934 l'Allemagne nazie annonce la création de sa nouvelle aviation militaire, la Luftwaffe. Winston Churchill, qui traverse alors une passe politique difficile, isolé dans son propre parti conservateur, saisit l'occasion pour tirer la sonnette d'alarme. À l'inverse de la stratégie d'*Appeasement* prônée par le Premier ministre Ramsay MacDonald, Churchill presse pour le réarmement face à la menace hitlérienne. L'un de ses amis proches publie le 8 août 1934 une tribune dans *The Times* :

Qu'il n'existe actuellement aucune manière d'empêcher des bombardiers ennemis de déposer leurs chargements d'explosifs, de bombes incendiaires ou de bactéries sur leurs objectifs, je pense qu'il s'agit là de la vérité. Qu'aucune méthode ne puisse être imaginée pour sauvegarder les centres urbains d'un tel destin me semble hautement improbable [...] Adopter une attitude défaitiste face à une telle menace est inexcusable jusqu'à ce qu'il soit démontré que toutes les ressources de la science ont été épuisées⁶.

L'auteur de ces lignes est Frederick Lindemann. Peu connu du grand public, ce personnage se révèle pourtant un élément clé dans le cercle proche de Winston Churchill. En plus d'entretenir une solide relation amicale avec lui, Lindemann est aussi son conseiller scientifique, son éminence grise.

Frederick Lindemann (1886-1957) vient au monde de manière fortuite à Baden-Baden alors que sa mère y prenait les eaux. Il est issu d'une famille de l'aristocratie alsacienne, émigrée au Royaume-Uni peu après la guerre de 1870, où son père ingénieur y est naturalisé britannique. Baigné dans une enfance heureuse et confortable, développant un attrait prononcé pour la science, Lindemann est envoyé en Allemagne pour ses études supérieures par son père, bien conscient de l'excellence universitaire allemande. Le jeune homme obtient son doctorat en 1910 à l'université de Berlin, récompensant son travail sur les basses températures aux côtés du grand physicien Walther Nernst, Prix Nobel de chimie en 1920. Brillant, excellent joueur de tennis (il disputera le tournoi de Wimbledon), au déclenchement des hostilités mondiales en 1914 Lindemann intègre une petite équipe de scientifiques du Royal Flying Corps (ancêtre de la RAF) à Farnborough en 1915. Développant un attrait marqué pour l'aviation militaire naissante, Lindemann s'intéresse particulièrement à l'aérodynamique. Courageux et payant de sa personne, il apprend à voler et développe une technique – qu'il teste lui-même en vol –, permettant d'échapper à une vrille jusqu'ici presque toujours fatale pour les pilotes⁷.

En 1919, Frederick Lindemann est élu membre de la Royal Society, et obtient dans la foulée la chaire de physique expérimentale d'Oxford, même sans expérience d'enseignement, mais en disposant des soutiens idoine. S'il a brillé dans les études, Lindemann est en revanche moins performant dans sa carrière scientifique. Il possède le défaut paradoxal de s'intéresser à tout, et ainsi de ne pas être le spécialiste d'un sujet en particulier, ce qui l'empêche de briller. Sa principale réussite est de sauver le laboratoire de Clarendon alors en piteux état, fondé en 1872 et adjoint à son département de physique expérimentale, qui deviendra bientôt célèbre. Très riche, appartenant au Parti conservateur, se déplaçant avec Rolls et chauffeur dans les plus beaux hôtels, Lindemann est sempiternellement vêtu d'un costume sombre, d'un melon et d'un parapluie. Il rencontre pour la première fois Winston Churchill en 1921, par l'intermédiaire d'un match avec la compagne de ce dernier. Malgré leur différence d'âge (Lindemann est de douze ans moins âgé), un profond respect et une sincère amitié unissent rapidement les deux hommes. Lindemann se targue d'un comportement plutôt austère, non fumeur, végétarien et ne boit jamais d'alcool – tout l'inverse de Churchill. Entier, il soutient ses amis mais accable ses (nombreux) ennemis. Il hait en particulier les scientifiques de gauche, qui le lui rendent bien. Secrètement sensible, il dissimule cet état naturel derrière une apparence austère, qui se mue en bonne camaraderie à son contact. Dans ses Mémoires, le futur Premier ministre est bien conscient des qualités et défauts de Lindemann :

Sans nul doute, il existait de meilleurs scientifiques que Frederick Lindemann, bien que sa carrière et son génie commandassent le respect. Mais il possédait deux qualités, d'importance vitale pour moi. En premier lieu, c'était un ami de confiance, à l'orée d'un désastre mondial. Ensemble, nous avions fait de notre mieux pour sonner l'alarme. [...] La seconde de ses qualités [était de pouvoir] déchiffrer les prévisions à long terme formulées par les experts, et de me les expliquer de manière simple et éclairées⁸.

La montée du nazisme à partir du début des années 1930 forme le ciment de leur relation. Churchill et Lindemann militent étroitement pour le réarmement du Royaume-Uni. L'expérience de Lindemann en matière d'aviation et l'onde de choc suscitée par le test aérien de 1934 poussent cette même année les deux amis à développer le concept d'un comité de recherches sur la défense aérienne. Ils s'ouvrent de cette idée au cours de l'été à Stanley Baldwin, ancien Premier ministre à deux reprises, et pressenti pour un troisième mandat à la place d'un MacDonald vieillissant.

Cependant, le test désastreux de la RAF a suscité entre-temps d'autres initiatives. Depuis le début des années 1920, le ministère de l'Air britannique dispose de son propre directeur de la recherche scientifique, l'ingénieur en aéronautique Harry Wimperis. Ce dernier est secondé dans sa vaste tâche par le physicien Albert Rowe (1898-1976). À défaut de disposer de moyens conséquents, les deux hommes sont talentueux, éclairés et énergiques. Rowe écrit à Wimperis : « Si la science ne vient pas au secours de notre défense, nous sommes assurés de perdre toute guerre qui se déclenchera dans les dix prochaines années⁹. » Choqué par les propos de son assistant, Wimperis met sur pied son comité pour l'étude scientifique de la défense aérienne (Committee for the Scientific Study of Air Defence – CSSAD). Réuni pour la première fois le 28 janvier 1935, le CSSAD est présidé par Henry Tizard, un ami de Frederick Lindemann. Bien involontairement, Tizard vient de couper l'herbe sous les pieds de Lindemann quelques semaines avant la création de son propre comité de défense aérienne. Pour un caractère aussi trempé que celui du conseiller de Churchill, c'est chose impardonnable.

Henry Tizard (1885-1959) est un personnage déterminant dans la recherche scientifique militaire. Initialement destiné à poursuivre la tradition familiale dans la Royal Navy, il échoue en 1889 au bureau d'admission du fait d'une déficience visuelle à l'œil droit. Les mathématiques, qu'il affectionne particulièrement, lui offrent toutefois une autre perspective brillante en 1903, avec son entrée au Magdalen College d'Oxford. Le jeune étudiant s'y découvre une passion nouvelle pour la physique, dont il est diplômé en 1908. Il passe quelques mois à Berlin au prestigieux laboratoire de Walther Nernst, forgeant par la même occasion une amitié avec Frederick Lindemann. La Première Guerre mondiale le prélève de son poste de chercheur à l'Oriel College d'Oxford ; à l'instar de Lindemann, Tizard se forme à l'aviation militaire au Royal Flying Corps. Il étudie l'aérodynamisme encore hésitant des premiers appareils, apprend à piloter, et combat les raids de Zeppelin

ennemis sur Londres. Terminant la guerre au rang de lieutenant-colonel, spécialiste reconnu de science appliquée aux affaires militaires, Tizard enseigne à partir de 1920 la thermodynamique chimique à Oxford. Il profite de son nouveau poste pour influencer décisivement la nomination de Lindemann en 1921 à la chaire de physique expérimentale d'Oxford. Il poursuit en parallèle une carrière au service gouvernemental, nommé en 1927 Secrétaire permanent du département de la Recherche scientifique et industrielle. Ce poste important lui permet de nommer Harry Wimperis comme directeur de la recherche scientifique de la RAF, et d'œuvrer énergiquement pour faire bénéficier celle-ci des avancées scientifiques¹⁰.

Nommé à la tête du comité pour l'étude scientifique de la défense aérienne, Henry Tizard milite aussitôt en faveur d'une parade aux raids de bombardiers. Bientôt connu sous le nom de « comité Tizard », le CSSAD ne dispose d'aucun financement et ne se voit attribuer qu'un rôle consultatif. Il possède en revanche de la suite dans les idées. Pour détecter les raids de bombardiers, il n'existe pour l'instant que la seule observation aérienne ou au sol. L'idéal serait de repérer l'ennemi plusieurs minutes à l'avance, pour laisser le temps à la chasse de décoller et d'intercepter les bombardiers. La solution provient de l'un des membres du comité Tizard, Robert Watson-Watt.

Robert Watson-Watt (1892-1973) est issu de la même famille écossaise que le célèbre inventeur de la machine à vapeur, James Watt. Diplômé d'ingénierie physique de l'université de Dundee en 1912, Watson-Watt intègre par la suite le Meteorological Office (Service météorologique) et effectue des recherches sur la radio-détection des orages. En 1927 Watson-Watt est directeur de la Radio Research Station effectuant des travaux sur la radiogoniométrie. S'il n'est pas l'inventeur de ce qui deviendra le « radar » (*Radio Detection And Ranging*), déjà conceptualisé à la fin du XIX^e siècle, Watson-Watt le développe efficacement et se fait ainsi connaître dans les milieux scientifiques¹¹.

Harry Wimperis demande de prime abord à Watson-Watt d'étudier le concept quelque peu loufoque de « rayon de la mort », alors très en vogue et considéré comme une menace nazie. Watson-Watt détermine rapidement que la quantité d'énergie nécessaire pour une telle arme ne sera pas disponible avant très longtemps. De manière plus réaliste, Henry Tizard commande ensuite un rapport sur la possibilité de détecter un avion par les ondes. Watson-Watt lui remet un dossier complet sur la question le 14 février 1935, détaillant le potentiel gigantesque du procédé. Informé, le ministère de l'Air demande un essai immédiat. Le 26 février 1935, Robert Watson-Watt et Albert Rowe, ce dernier membre du comité Tizard, participent à un test en conditions réelles près de Daventry. Les deux scientifiques déploient les antennes de leur émetteur-récepteur émettant sur une longueur d'onde de 49 mètres, et observent nerveusement l'écran de leur tube cathodique. Au bout de quelques minutes, une petite tache verte montant et descendant apparaît, signalant l'approche d'un bimoteur Heyford à 3 000 mètres de

hauteur, 13 kilomètres plus loin. L'instant est historique. Watson-Watt et Rowe viennent de démontrer la valeur incalculable du radar pour l'armée de l'air britannique¹².

Aussitôt parvenue à Londres, la nouvelle déclenche la réaction immédiate du maréchal de l'Air Hugh Dowding, futur responsable du Fighter Command (la chasse aérienne) et l'un des plus grands chefs de la RAF. À l'instar de Tizard, Dowding saisit immédiatement tout le potentiel du radar pour la défense aérienne du Royaume-Uni. Il commande aussitôt à Wimperis de développer à grande échelle le radar, plaçant à sa disposition tout l'argent nécessaire. « Dans la limite du raisonnable¹³ », toutefois, selon les crédits modestes de la RAF. Stanley Baldwin, élu quelques semaines plus tard et pour la troisième fois Premier ministre, poursuit en effet la politique d'*Appeasement* de son prédécesseur MacDonald.

Un mois après sa création, le comité Tizard vient d'obtenir un succès d'une importance inestimable pour la future guerre mondiale en germes. Mais la nomination de Tizard à la tête de son comité porte un coup rude à ses relations amicales avec Lindemann. Celui-ci ne digère pas ce qu'il considère comme une trahison de la part de Tizard. Trois semaines après la première réunion du comité Tizard, sur l'instigation de Lindemann, est créé le comité de recherche sur la défense aérienne (Air Defence Research Committee – ARDC), dirigé par le ministre de l'Air Lord Swinton. L'ARDC est chargé de réfléchir à toutes les questions aériennes, avec pouvoirs exécutifs, contrairement au comité Tizard – qu'il concurrence directement. Churchill est invité à rejoindre l'ARDC, ce qu'il accepte, à condition de voir Lindemann inclus dans le comité Tizard. L'ARDC représente pour Churchill, néophyte dans l'arme aérienne, l'occasion d'apprendre rapidement sur cette nouvelle constituante déterminante de la guerre.

Lindemann, pour sa part, savoure sa revanche au sein du comité Tizard. Il s'ingère aussitôt dans les thématiques de recherches, multipliant les idées plus ou moins loufoques et détournant ainsi l'attention du radar. L'une de celles-ci concerne un projet de mines aériennes, qui seraient larguées en vol et flotteraient plusieurs minutes dans les airs. Utilisées de nuit ou par temps nuageux, et à raison de mille exemplaires largués par heure, ces mines volantes seraient susceptibles de détruire 10 % des bombardiers survolant l'Angleterre¹⁴. Malgré l'opposition des principaux chefs de la RAF qui « ne considèrent pas cette arme comme efficace¹⁵ », Lindemann s'acharne vainement pendant plusieurs années dans la poursuite de son projet saugrenu, avec le concours de Churchill. Une autre idée consiste à fixer plusieurs projecteurs sur un appareil, qui ferait ainsi office d'éclaireur nocturne pour les chasseurs britanniques. Testée sur un bimoteur Blenheim, « l'expérience n'apporte pas de résultats satisfaisants ». Outre désigner de manière suicidaire l'avion éclaireur aux appareils ennemis, l'intense réverbération lumineuse « aveugle à la fois le pilote et l'observateur¹⁶ ».

Lassé par ces pertes de temps à répétition qui empiètent sur la priorité

conférée au radar, Henry Tizard répond le 25 juin 1936 à une lettre de Frederick Lindemann, où celui-ci rappelait si besoin était l'importance de la défense aérienne et s'excusait d'avoir précédemment froissé son amour-propre :

Vous n'avez aucun besoin de ménager mon amour-propre. Je n'en ai aucun. Ma dispute avec vous ne concerne pas l'offense contre ma dignité, mais la façon dont vous faites fausse route dans le travail, car bien loin d'accélérer le progrès, vous ne faites que le retarder. Si vous persistez dans l'attitude suggérée dans votre lettre, je ne pense pas que nous puissions rester dans le même comité¹⁷.

Joignant le geste à la parole, Tizard finit par démissionner de son comité, imité par les autres membres. Le comité Tizard est officiellement dissous faute de membres – à part Lindemann resté seul, puis est recréé *de facto* en octobre 1936, mais sans Lindemann. Il faut toutefois continuer à compter avec ce dernier, qui demeure le proche conseiller scientifique de Churchill. Entre les deux anciens amis de l'université de Berlin, la guerre est déclarée. Un remarquable gaspillage de temps et de génie humain, alors qu'une autre guerre, mondiale, se prépare.

Le sociologue des singes

Les travaux primesautiers du comité Tizard en 1935 constituent pour les Britanniques ce qu'Albert Rowe dénomme la « recherche opérationnelle » (*Operational Research* – OR). Quelques années plus tard, en 1939, Robert Watson-Watt esquisse une définition de ce nouveau champ d'études :

L'application des méthodes scientifiques de mesures, de classifications, de comparaisons et de corrélations, au choix des moyens pour atteindre, avec le minimum de coûts en termes d'efforts et de temps, le maximum d'efficacité opérationnelle qui puisse être obtenu des ressources disponibles ou potentiellement disponibles en personnels et matériels¹⁸.

La recherche opérationnelle constitue ainsi l'utilisation rigoureuse de la science pour répondre à des situations et des besoins ponctuels et potentiellement urgents, comme ici avec les affaires militaires. L'objectif est d'apporter des solutions concrètes et optimales avec le minimum d'investissements, avec à la clé une rentabilité économique. La recherche opérationnelle ne constitue pas une science à proprement parler, et encore moins une science exacte, puisque n'utilisant pas forcément des savoirs déjà existants et définis, mais explorant des champs d'investigations plus ou moins vierges. Le radar constitue l'une des applications les plus emblématiques de la recherche opérationnelle au cours de la Seconde Guerre mondiale. Le comité Tizard fait office de révélateur du vivier jusqu'ici insoupçonné présent dans

les universités et les laboratoires britanniques. En 1935, le chemin menant à la mobilisation des scientifiques britanniques dans l'effort de guerre demeure toutefois bien long. L'un des principaux artisans de cette prise de conscience est un jeune universitaire ambitieux originaire d'Afrique du Sud. Largement inconnu au début de la guerre, il sera quatre ans plus tard le conseiller scientifique le plus influent auprès du général Eisenhower.

Solly Zuckerman (1904-1993) est originaire du Cap, terre d'accueil de ces familles juives, originaires des pays de l'Est, fuyant les persécutions tsaristes au XIX^e siècle. Réservé, distant avec ses parents et ses frères et sœurs, le jeune garçon s'ennuie à l'école, et se désintéresse des sports nationaux, le rugby et le cricket. Il s'évade en partant escalader les belles montagnes dominant Le Cap, où l'observation des babouins éveille sa curiosité et lui fournit un sujet d'intérêt. Contre toute attente, Zuckerman termine brillamment ses études secondaires, et s'inscrit à l'université du Cap en médecine. Ses études supérieures se portent sur l'étude de l'évolution des singes, mystérieusement bloquée au stade de quadrupèdes ; pour trouver l'explication, il décide de se lancer dans l'étude comportementaliste des babouins, jusqu'ici délaissée. Zuckerman est diplômé de zoologie en 1926. Conscient de ses facilités et devenu fortement ambitieux, le jeune homme a soif de projets et de conquêtes. Le Cap ne suffit plus. L'espoir réside dans la capitale de l'Empire britannique. Zuckerman quitte pour toujours l'Afrique du Sud, sans regret :

Je ne ressentis aucun déchirement au moment de partir, seulement le sentiment de grandes choses attendant d'être savourées. Je n'abandonnais aucun être aimé, et il ne me venait pas à l'idée que je puisse manquer à quelqu'un, ni que quelqu'un me manquerait [...]. J'étais un jeune homme sans peur, indépendant, quittant un pays pour un autre avec la sensation que l'horizon, sans être aussi beau que l'Afrique du Sud, était certainement plus ouvert¹⁹.

La chance sourit aux audacieux – surtout nantis de quelques lettres de recommandation. Solly Zuckerman rentre à l'University College Hospital Medical School, et obtient son doctorat. En 1928, le jeune homme est chercheur anatomiste à la London Zoological Society, et obtient la possibilité de poursuivre ses études sur les singes au prestigieux London Zoo. Déployant une capacité de travail hors norme, Zuckerman observe à longueur de journées les primates de la Monkey Hill. Véritable sociologue des singes, il se spécialise dans l'endocrinologie des babouins, analysant scrupuleusement le comportement sexuel des quadrupèdes et leur reproduction. Le résultat final, publié en 1932 sous le titre *The Social Life of Monkeys and Apes*, permet à Zuckerman de se faire un nom dans les cercles fermés de la primatologie. L'ouvrage s'impose comme un manuel de référence, accumulant les rééditions ; il fait toujours autorité à ce jour²⁰. En 1934, à l'issue d'une brève période de recherches à l'université de Yale aux États-Unis, Zuckerman, âgé de 30 ans, est nommé chercheur au département d'anatomie de l'université

d'Oxford.

En parallèle à ses travaux scientifiques, Solly Zuckerman expérimente à bras ouverts les joies de la vie sociale londonienne. À rebours de son caractère réservé au Cap, il déploie un charme magnétique insoupçonné pour rattraper les années perdues, et parvient habilement à tisser un vaste réseau de connaissances professionnelles et mondaines. Observateur attentif, Zuckerman hante les soirées londoniennes, trouve les mots pour flatter les orgueils, et pénètre dans les réseaux de relations. Son intelligence supérieure alliée à son pouvoir de séduction emporte partout la décision. Cette volonté ardente de briller socialement masque dans les faits un caractère sensible, avec le besoin permanent d'être rassuré sur ses capacités – pourtant bien réelles. « Il avait le don d'être capable de parler à propos de tout et à n'importe qui, quel que soit le niveau », évoque l'une de ses futures collègues universitaires. « Et peu importe qu'il s'agisse de l'homme en charge de la chambre de dissection, du technicien photographe ou de la femme de ménage²¹. » Une autre de ses relations souligne sa remarquable habileté à comprendre immédiatement les enjeux d'une situation nouvelle : « Personne ne pouvait rivaliser avec lui dans son habileté à concentrer au maximum son intelligence sur de nouveaux problèmes, et de brillamment placer l'emphase sur les points saillants²². » Ces aptitudes serviront efficacement Zuckerman de manière fructueuse tout au long de sa carrière.

L'attrait de Solly Zuckerman pour la haute société londonienne se traduit en 1931 par sa participation à la création du club *The Tots and Quots* (abréviation latine de *Quot homines, tot sententiae*, « Autant d'hommes que d'avis »). Son but est de discuter autour d'un dîner sur le rôle de la science dans le développement social. Selon ses fondateurs, le club se compose d'un « groupe de jeunes scientifiques, destinés à briller dans le monde scientifique²³ ». Il s'agit pour Zuckerman d'une occasion idéale pour rencontrer du beau monde. Il fait en particulier la connaissance d'un scientifique de renom et débute une étroite amitié, conduisant directement à son implication dans les affaires militaires.

John Desmond Bernal (1901-1971) est issu d'une famille de Juifs sépharades espagnols émigrés en Irlande au XVII^e siècle. Génie précoce, il commence son autobiographie sous forme de journal à l'âge de 5 ans. Passionné par les sciences et pétri de patriotisme, le jeune garçon imagine déjà audacieusement le concept de recherche opérationnelle : « J'allais utiliser la science pour faire la guerre et libérer l'Irlande. Mais pourquoi s'arrêter à l'Irlande ? L'art militaire était si stupide, la science si puissante qu'une fois prise en main, le monde pouvait être conquis et j'allais le faire²⁴. » Bernal renonce toutefois à ses projets de conquêtes, et brille dans ses études secondaires à Dublin. Il rejoint la Perfide Albion en 1919, en pleine guerre d'indépendance irlandaise, rentrant à l'Emmanuel College de Cambridge. Extrêmement brillant, Bernal multiplie les champs d'études les plus variés, jonglant entre les mathématiques, les sciences naturelles, la physique et

l'histoire de l'art. Cette polymathie lui vaut le surnom *The Sage* (« Le Sage »), accolé à sa personne tout au long de sa carrière. Personnage haut en couleur, excentrique, vêtu d'improbables costumes toujours froissés et les cheveux sempiternellement en bataille, Bernal est décrit comme un homme passionné par l'un de ses collègues de Cambridge, Max Perutz : « Le savoir suait de son front telle une fontaine, inconsciemment, de manière vive. Son enthousiasme pour la science était illimité²⁵. » Spécialiste reconnu de cristallographie aux rayons X, Bernal enseigne à Cambridge en 1927 la cristallographie structurale. Il obtient en 1937 la chaire de physique du Birkbeck College de Londres pour le reste de sa carrière, tout en étant élu la même année à la Royal Society²⁶.

Avec un tel palmarès, John Bernal ne saurait laisser indifférent Solly Zuckerman, attiré par la réussite flamboyante et les personnages hors de l'ordinaire. Les deux hommes sympathisent rapidement lors des dîners du club *The Tots and Quots*, et forgent une solide amitié. Bernal et Zuckerman partagent le même intérêt pour l'application concrète des sciences dans la société. La montée du nazisme leur offre une bonne occasion pour s'engager dans leur idéal.

Comme une bonne partie du monde, Solly Zuckerman prend conscience d'un risque de guerre imminente à l'occasion de l'entente de Munich :

Ce furent les Accords de Munich en septembre 1938 qui pour la première fois me firent émerger de mon univers académique – non l'événement en lui-même, mais la remarque formulée un ou deux jours plus tard par quelqu'un de la probabilité à venir d'une guerre. Aucun plan n'existait pour employer les universitaires ou les scientifiques dans la nécessaire période préparatoire. J'ai immédiatement pensé à Bernal²⁷.

Les deux amis se rencontrent, et décident d'agir. Ils préparent un memorandum intitulé *Science and National Defence*, qui fait office de base de réflexion. Pour aller plus loin, Zuckerman et Bernal choisissent d'alerter la communauté scientifique. *The Tots and Quots* n'avait pas survécu au départ de Zuckerman pour les États-Unis quelques années plus tôt. Reformé, le club se réunit de nouveau le 23 novembre 1939, quelques semaines après l'invasion de la Pologne par l'Allemagne et l'URSS. Les discussions tournent désormais autour du potentiel de la science appliquée à l'effort de guerre. Parmi les nouveaux invités figurent le conseiller scientifique de Winston Churchill, Frederick Lindemann. Avec le déclenchement de la Seconde Guerre mondiale, Winston est de retour aux affaires politiques, nommé Premier Lord de l'Amirauté et siégeant au cabinet de guerre. Lindemann est par conséquent lui aussi monté en puissance ; il est désormais surnommé *The Prof* (« Le Prof ») par Churchill et son cercle de proches relations. Dans tous les cercles scientifiques, il faut désormais compter avec lui.

Le résultat des discussions du club est publié en août 1940 par Penguin en édition spéciale sous le titre *Science in War*. Fruit des efforts de Zuckerman et Bernal mais publié de manière anonyme, ce petit ouvrage est

annoncé comme rédigé par « 25 scientifiques, tous faisant autorité dans leurs propres spécialités²⁸ ». Il codifie les bases de la recherche opérationnelle, déjà lancée avec l'élaboration du radar :

La science, et il n'est jamais exagéré d'insister dessus, ne diffère pas des manières d'agir et de penser ordinaires. C'est simplement l'expression la plus ordonnée de ces manières. Dans notre situation présente, il y a ainsi un besoin de science bien plus important que dans les jours calmes du passé. Il ne saurait suffire d'utiliser la science pour résoudre des problèmes déjà connus. Ce qui est bien plus important, c'est d'utiliser la science pour découvrir les problèmes et les classer par ordre d'importance. [...] Seules des méthodes scientifiques peuvent venir à bout de problèmes engendrés par des situations nouvelles. Et comme aide disponible, nous possédons une vaste force de scientifiques habituellement occupés avec les problèmes à long terme de la vie civile²⁹.

L'ouvrage passe en revue les différents secteurs susceptibles de bénéficier de l'apport de la science : la conduite de la guerre (emploi des chars et du camouflage, moral des troupes), l'aide aux blessés (soin des blessures, transfusions sanguines, médicaments), la gestion du ravitaillement et la rationalisation de l'industrie. À la place d'envoyer les milliers de scientifiques britanniques disponibles se faire tuer en première ligne comme lors de la Première Guerre mondiale, l'intérêt supérieur de la nation – et du monde libre – repose sur l'utilisation raisonnée de ce précieux vivier, pour l'instant sous-exploité :

Le besoin est plus qu'urgent. Il existe un défaut criant en sciences appliquées dans ce pays, peut-être plus flagrant que toute autre chose. Ce manque ne sera pas comblé tant que nous n'utiliserons pas les vastes ressources disponibles, mais pour l'heure inemployées, de l'intelligence scientifique dont nous disposons pourtant³⁰.

Rapidement vendu à plusieurs milliers d'exemplaires, *Science in War* provoque le débat au sein du Parlement quelques semaines plus tard. Déjà en 1938, la Royal Society s'était lancée dans l'élaboration d'un Central Register of British Scientists, listant les scientifiques et autres universitaires disponibles en cas de conflit mondial. Bientôt officialisée par le gouvernement de Neville Chamberlain, la mobilisation des scientifiques britanniques offre l'apport inestimable de 7 000 professionnels à l'effort de guerre³¹. Les scientifiques sont désormais susceptibles d'influencer décisivement la conduite des opérations, et de manière générale, l'art militaire.

John Bernal et Solly Zuckerman ont rapidement l'occasion de mettre en application leurs idéaux. Scientifique renommé et pour l'heure plus célèbre que Zuckerman, Bernal est sollicité par le ministère de la Sécurité civile (Ministry of Home Security, spécialement créé pour coordonner la défense civile du Royaume-Uni), afin de rejoindre en tant que conseiller son département de Recherches et d'Expérimentations (Research and Experiments Department). Installé dans la petite ville de Princes Risborough près d'Oxford, ce département prend en charge la protection des civils contre les

raids aériens. Bernal y déploie son énergie habituelle : « Ce fut une question de jours, certainement pas plus d'une semaine, avant qu'il n'en devienne la force dominante³² », relève Zuckerman. Ce dernier est bientôt appelé par Bernal pour venir le rejoindre au Research and Experiments Department, afin d'étudier l'effet de souffle des explosions, qui en 1940 demeure un mystère. « Nous n'en connaissons pratiquement rien³³ », admet Zuckerman, ravi d'ainsi démarrer sa participation à la recherche opérationnelle durant la Seconde Guerre mondiale.

Lorsque débutent les expérimentations au début de 1940 à Princes Risborough, les bombardements sur le Royaume-Uni n'ont pas encore commencé. La période est toujours à la « drôle de guerre », où les belligérants s'observent sur la frontière occidentale de l'Allemagne et ne font rien, au grand bénéfice de cette dernière, occupée pour l'instant à conquérir le Danemark et la Norvège. Faute de cas humains, Solly Zuckerman utilise ce qu'il connaît les mieux : les singes. Froidement, comme à son habitude, le Britannique dispose ses quadrupèdes dans des tranchées, place des explosifs à proximité, et observe les résultats. John Bernal n'y trouve rien à redire ; au contraire, lorsque les singes semblent sortir indemne d'une explosion, le scientifique insiste pour participer avec eux à la prochaine expérience. Seuls les membres horrifiés du Research and Experiments Department l'empêchent de justesse d'éventuellement abrégé sa carrière universitaire.

Zuckerman et Bernal soumettent leurs résultats en juin 1940 au Ministry of Home Security. Leurs expérimentations ont permis de faire voler en éclats une légende : l'effet de souffle ne rentre pas par le nez pour atteindre les poumons, mais heurte frontalement la surface corporelle, déclenchant une pression potentiellement fatale contre les organes internes. Par ailleurs, un micro-éclat peut tuer plus efficacement qu'un gros projectile, la dangerosité résidant surtout dans la vitesse d'impact. Les singes de Zuckerman ont contribué, dans leur chair, à l'effort de guerre³⁴. Satisfait des travaux des deux scientifiques, le Ministry of Home Security autorise la création de l'Oxford Extra Mural Unit (OEMU), dépendante du département d'anatomie de Zuckerman à Oxford. Cet organisme dispose cette fois de toute latitude pour étudier des cas humains, puisque la bataille d'Angleterre démarre au cours de l'été 1940. Les bombardiers allemands provoquent rapidement des milliers de tués et blessés chez les civils. De manière tout à fait fortuite et pour l'instant inconsciente, Solly Zuckerman se rapproche de sa future spécialité, les bombardements et la planification aérienne.

La bataille des ondes

Suite au succès historique de l'expérience de Daventry en février 1935, Henry Tizard déploie toute son énergie pour rendre opérationnel le radar. Au mois d'août 1936, le scientifique reçoit l'autorisation du maréchal de l'Air

Hugh Dowding de procéder à une expérimentation à grande échelle avec le n° 32 *Squadron* de chasseurs basé à Biggin Hill. Trois bombardiers légers Hawker Hind simulent les attaquants, repérés à près de 120 kilomètres de distance, laissant un temps de réaction de 15 minutes aux chasseurs Gloster Gauntlet. Les scientifiques proposent eux-mêmes un point d'interception en fonction de la vitesse et de la hauteur des intrus, avec une actualisation de ces informations toutes les 5 minutes, transmises directement par radio aux chasseurs. Tizard prend place en personne dans les bombardiers Hawker Hind, soucieux de démontrer son implication et de rappeler son passé d'aviateur aux officiers de la RAF dubitatifs. Après quelques semaines de test, les taux de succès des interceptions varient de 85 à 100 %³⁵.

L'efficacité du radar en opérations est clairement démontrée. Par ailleurs l'entrée en service imminente du Hawker Hurricane et surtout du Supermarine Spitfire, l'un des meilleurs chasseurs de son époque, ne devrait pas manquer d'améliorer encore les performances. Tout à fait convaincu par le potentiel du radar et désormais chef du Fighter Command depuis juillet 1936, Hugh Dowding presse aux côtés de Henry Tizard pour sa mise en service. En février 1937, une école d'entraînement de la RAF est ouverte à Bawdsey, afin de former des opérateurs. Au mois de mai suivant, la première station radar est livrée à la RAF. En août 1937, trois stations sont opérationnelles, formant le noyau de la future Chain Home, destinée à couvrir la Grande-Bretagne depuis l'Écosse jusqu'à l'île de Wight.

De son côté, Frederick Lindemann ronge son frein à Oxford, dans son laboratoire de Clarendon. S'il est toujours membre de son Air Defence Research Committee, le conseiller scientifique de Winston Churchill ne digère pas son éviction spectaculaire du Committee for the Scientific Study of Air Defence de Henry Tizard. Dans ce nœud gordien d'intrigues stériles, Lindemann entend bien prendre sa revanche en misant sur le retour aux affaires politiques de Churchill, ce qui ne saurait tarder avec la menace hitlérienne. Pour l'heure, le laboratoire de Clarendon sert de refuge aux scientifiques allemands d'origine juive fuyant les persécutions nazies. Disposant toujours de solides relations en Allemagne, Lindemann s'était rendu en mai 1933 auprès de son ancien directeur de thèse, Walther Nernst, littéralement pour y effectuer ses courses. « Avez-vous quelque chose pour moi³⁶ ? » avait demandé Lindemann, sans scrupule. Nernst ne manquait pas de scientifiques de talents candidats à l'exil, avec les physiciens Kurt Mendelssohn, Franz Simon, Nicholas Kurti, Heinz London ou encore l'Autrichien Erwin Schrödinger, Prix Nobel la même année. À la fin des années 1930, le petit laboratoire de Clarendon est passé de deux à vingt chercheurs, et s'est offert une réputation mondiale en cryogénie et spectroscopie. Parmi ses jeunes génies, le laboratoire accueille un jeune protégé de Lindemann, britannique celui-ci, appelé à servir bien malgré lui d'arbitre dans sa querelle avec Tizard.

Reginald Victor Jones (1911-1997) baigne dans l'univers militaire au

cours de son enfance avec son père grièvement blessé en 1915 (amputé du bras gauche et décoré de la Victoria Cross), et suit de très brillantes études, entrant à Oxford en 1929 en sciences physiques. Il termine son doctorat en 1934 à l'âge exceptionnel de 22 ans, après seulement deux années de recherches³⁷. Jones obtient par la suite une bourse de recherches au laboratoire de Clarendon ; Lindemann repère rapidement les capacités hors norme du jeune homme. Le conseiller scientifique de Churchill cherche alors obstinément à développer la détection nocturne par infrarouge, un procédé jugé concurrentiel au radar par Tizard. Dans les faits toutefois, Lindemann soutient bel et bien le développement du radar, mais ne fait aucune confiance à son ancien ami considéré comme traître, et souhaite développer de nouveaux moyens de détection en sus du radar, incluant également les mines aériennes³⁸.

Reginald Jones hérite ainsi du développement des infrarouges pour la détection nocturne des appareils ennemis. Cette technologie alors balbutiante se révèle hautement complexe et délicate à mettre en œuvre, exigeant du temps et de l'argent – ressources dont sont dépourvus les chercheurs britanniques. Par ailleurs, malgré son jeune âge, Jones affiche une personnalité solidement trempée, hautement susceptible, si ce n'est orgueilleuse. Le scientifique Solly Zuckerman, pourtant lui-même doté d'un solide ego, décrit Jones comme un « homme ridicule³⁹ ». Le jeune homme partage ainsi largement le caractère de son mentor Lindemann, ce qui ne manque pas de produire rapidement des étincelles, comme le rapporte Jones dans ses Mémoires :

Je l'accusai un jour de m'avoir conduit dans une impasse en m'imposant des conclusions erronées qu'il n'avait même pas pris la peine de vérifier. Il répondit en m'accusant à son tour d'avoir une attitude défaitiste. Piqué au vif, je décidai d'ignorer désormais ses idées personnelles et ne plus me préoccuper que des miennes⁴⁰.

En octobre 1937, Reginald Jones est proche de commettre l'irréparable, en manquant de passer à l'ennemi, Henry Tizard. Ce dernier se montre intéressé par les travaux du jeune chercheur sur les infrarouges, en les destinant toutefois à la détection navale. Tizard lui propose de délaisser le laboratoire d'Oxford pour le rejoindre à Londres. Jones répond en invitant Tizard pour une visite des locaux de Clarendon, « en s'arrangeant avec tact pour que Lindemann se trouve hors des lieux⁴¹ ». Jones finit toutefois par s'éviter provisoirement des ennuis en refusant poliment l'offre de Tizard, et poursuit ses recherches sur les infrarouges.

À force d'acharnement, Reginald Jones réussit à développer un appareil capable de prendre place dans un avion ; il procède lui-même à la première détection infrarouge en vol. Jones se heurte toutefois aux intrigues de l'ombrageux Watson-Watt, qui manœuvre dans l'ombre pour s'assurer la mainmise sur le radar et les infrarouges. Ce dernier atteint son objectif en juillet 1938, en étant nommé directeur du bureau d'études et de développement des communications du ministère de l'Air, supervisant toutes

les études sur le radar et les infrarouges. Watson-Watt fait affecter Jones dans la Royal Navy à Teddington, au modeste Laboratoire de Recherches, section E (rayons infrarouges). Bien que plaisant à l'occasion, son travail est trop restreint pour son énergie débordante. « La guerre était imminente, j'en étais de plus en plus persuadé, mais je me trouvais maintenant sur la touche, isolé, neutralisé, bâillonné, incapable de servir mon pays comme je l'aurais voulu⁴². » Jones obtient tout de même un bénéfice concret de son passage à l'Amirauté en rencontrant sa future femme Vera Cain, alors capitaine de l'équipe féminine de hockey sur gazon.

En octobre 1939, Reginald Jones recouvre une certaine marge d'autonomie en étant nommé chef du renseignement scientifique (*Scientific Intelligence*) du ministère de l'Air, une position inédite. Désormais affecté au QG du MI6 et chargé de découvrir les nouvelles armes utilisées ou planifiées par l'ennemi, Jones dispose du très rare privilège d'accéder aux informations top secrètes d'ULTRA, nom de code désignant le déchiffrement des chiffres nazis. Pendant quelques semaines, il s'essaie au déchiffrement de la machine Enigma aux côtés d'un certain Alan Turing, laissant finalement la tâche aux mathématiciens de Bletchley Park. Au mois de novembre, Jones reçoit le mystérieux « rapport d'Oslo », un document transmis par l'intermédiaire de l'ambassade britannique en Norvège. Extrêmement détaillé, le rapport d'Oslo évoque différents projets d'armes encore au stade expérimental, incluant de nouveaux modèles de torpilles navales et de roquettes aériennes. Le document est toutefois jugé trop beau pour être vrai ; Jones est l'un des seuls à le considérer comme authentique, de par sa haute qualité de présentation. De fait, le rapport d'Oslo est bel et bien l'œuvre d'un antinazi, le physicien allemand Hans Ferdinand Mayer, directeur du laboratoire de recherche de la société aéronautique Siemens AG depuis 1936⁴³.

Parmi les données révélées par Mayer, l'attention de Reginald Jones est attirée par la description d'un système de faisceaux, servant à guider les appareils vers leur cible au moyen d'un simple récepteur embarqué. Les interrogatoires de prisonniers de la Luftwaffe et les interceptions d'ULTRA semblent confirmer l'existence d'un mystérieux *Knickerbein*, désignant des faisceaux d'ondes courtes larges d'un kilomètre, émettant sur l'Angleterre. Deux émetteurs géants, situés au nord et à l'ouest de l'Allemagne, croisent effectivement leurs ondes au-dessus des villes anglaises, désignant ainsi précisément leurs cibles aux bombardiers allemands. En mai 1940, Jones est en mesure de rédiger un rapport pour le MI6 :

Il est probable que les Allemands utilisent des faisceaux d'ondes convergents pour diriger leurs bombardiers. Le faisceau dirigé sur Londres à partir de la frontière ouest de l'Allemagne aurait une largeur de 7 à 800 mètres. Des contre-mesures efficaces ne pourront être prises que lorsque nous connaîtrons les longueurs d'ondes employées, et tous nos efforts doivent être orientés dans ce sens⁴⁴.

Hélas, le document de Jones passe inaperçu. Le rapport d'Oslo suscite

largement l'incrédulité, et les faisceaux sont encore fort peu étudiés par les scientifiques britanniques, davantage occupés par le radar en tant qu'arme de défense, plutôt que par la navigation à longue distance. Reginald Jones n'identifie l'existence de Hans Ferdinand Mayer qu'après guerre et le rencontre dans les années 1950, mais sur sa demande conserve le secret jusqu'à sa mort en 1980. Jones fait également la connaissance après le conflit de son homologue allemand, le docteur Johannes Plendl (1900-1991), ingénieur chez Telefunken, développeur du *Knickerbein* et nommé en 1943 conseiller d'État du Reich pour les recherches sur les hautes fréquences par Goering : « Plendl avait réussi à rendre le système opérationnel en moins de six mois. C'était une prouesse, et une prouesse qui aurait certainement coûté fort cher à la Grande-Bretagne, si notre attention avant-même les essais en vol n'avait pas été éveillée par la lettre d'Oslo⁴⁵. » Brillant technicien, Johannes Plendl est heureusement pour les Alliés démis de son poste en mars 1944, suite à une intrigue typiquement produite par l'administration nazie autodestructrice. Plendl avait quelques mois plus tôt osé se mêler d'un domaine extérieur à ses compétences, la défense antiaérienne, en créant un nouvel obus à l'efficacité prometteuse. Indigné par cette intrusion, le chef de la défense antiaérienne du Reich, le général Hubert Weise, s'en était ouvert à Hitler, entraînant immédiatement le renvoi de Johannes Plendl⁴⁶.

Ironiquement, les Allemands sont à l'inverse moins avancés dans leurs recherches sur le radar. Ils n'ont certes pas manqué de repérer la Chain Home, hérissée de ses caractéristiques antennes dépassant parfois les 100 mètres de hauteur, mais leur utilité reste cependant assez mystérieuse. Pour l'heure, du côté britannique, seule prime la complétion de la chaîne de radars.

La production en série de ces stations radar et leur alimentation en personnel est supervisée de près par Robert Watson-Watt. Ce dernier se heurte toutefois au problème des effectifs. L'école de formation de Bawdsey est loin de suivre le rythme de production imposée par la Chain Home. La politique pacifiste poursuivie par Neville Chamberlain limite sévèrement le budget de la défense, même à la fin de l'année 1938. Pour combler les nombreux vides, il faut aller chercher les techniciens et spécialistes en télécommunications jusque dans les bureaux de la BBC et du Post Office, la poste britannique. Les scientifiques sont également mobilisés, sacrifiant leurs congés, comme au cours de l'été 1939, où 80 physiciens des universités de Cambridge, Oxford, Manchester, Birmingham et Londres sont enrôlés⁴⁷. Les besoins de la Chain Home se révèlent toutefois gargantuesques, suscitant toujours à une date aussi tardive qu'avril 1940 les inquiétudes de Watson-Watt :

Le nombre absolu d'équipes de scientifiques et techniciens suffisamment qualifiés dans le domaine des télécommunications est tout à fait insuffisant pour répondre à l'ensemble des besoins de guerre. [...] Les universités ont certes contribué à la formation de ces équipes sur une échelle généreuse, le Post Office et la BBC ont libéré des effectifs substantiels au détriment de leurs propres activités, quelques travailleurs ont été dépêchés par l'industrie de la radiocommunication, avec parfois une déficience dans la

Malgré ces constats réservés, au début de l'été 1940 et à la veille de la bataille aérienne d'Angleterre, la Chain Home est opérationnelle. Deux types de stations radar existent pour la détection à haute et basse altitude. Ces dernières affichent des performances moindres que les stations de haute altitude, détectant tout de même des chasseurs-bombardiers ennemis évoluant à 150 mètres de hauteur, et à une distance d'environ 50 kilomètres. Le 27 mai 1940, Frederick Lindemann est en mesure de rassurer Churchill au sujet de ces stations : « 17 stations sont à présent opérationnelles depuis Douvres jusqu'aux Orcades. 12 nouvelles stations sont sur le point d'être équipées⁴⁹. » Par ailleurs, suite à l'invasion des débris de la Tchécoslovaquie en mars 1939 et à la rupture *de facto* des pseudo-accords de Munich, le gouvernement de Neville Chamberlain est enfin sorti de sa torpeur pacifiste. De substantiels crédits sont alloués à la RAF, dont profite tardivement mais efficacement le Fighter Command (l'aviation de chasse) mené de main de maître par Hugh Dowding. Ainsi, et contrairement à une certaine croyance populaire, en juillet 1940 la RAF est en mesure de recevoir les bombardiers allemands⁵⁰.

Parmi les nombreux incrédules face à l'existence de *Knickebein* figurent Frederick Lindemann et Henry Tizard, pour une fois d'accord sur un même sujet. L'étoile du second a cependant sérieusement pâli depuis le déclenchement des hostilités. Pourtant, depuis septembre 1939, Tizard est officiellement conseiller au ministère de l'Air, sous la direction du chef d'état-major Cyril Newall. Dans les faits, l'influence de Tizard diminue progressivement. Car depuis septembre également, *Winston is back*, en tant que Premier Lord de l'Amirauté. Lindemann le suit fidèlement, et commence à savourer sa revanche sur son adversaire. La marge de manœuvre de Tizard se réduit à la planification, l'équipement et les opérations de la RAF. Les choses se corsent encore en mai 1940, avec l'accession de Churchill au 10 Downing Street.

À l'âge de 54 ans, Frederick Lindemann est désormais en mesure d'influer décisivement sur la recherche opérationnelle britannique, dans l'ombre de Winston Churchill. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, Lindemann envoie à Churchill 2 000 minutes, soit environ une par jour⁵¹. Le Premier ministre demeure malgré tout très indépendant, restant libre arbitre en dernier ressort. Lindemann conserve son rôle initial, avant tout chargé de traduire de manière compréhensible les montagnes de données parvenant sur le bureau de Churchill. Il crée pour cela la Prime Minister's Statistical Branch (surnommée « S-Branch »), composée d'une demi-douzaine de statisticiens et d'un seul scientifique, décrite ainsi par Lindemann :

L'objectif était de répondre aux demandes particulières de Churchill, et de le faire le mieux et le plus rapidement possible. Un grand nombre d'albums contenant des tableaux et des graphiques étaient actualisés en permanence pour indiquer en un seul coup d'œil le potentiel des trois armes [armée de terre, air et marine] sur les différents théâtres

Ce système bien rodé reste en vigueur tout au long du conflit mondial. Toutefois, en mai 1940, le Royaume-Uni n'est pas assez vaste pour supporter aux plus hautes fonctions les personnalités de Frederick Lindemann et Henry Tizard. L'heure des règlements de comptes approche. Le 17 juin, ce dernier se plaint de l'objet de ses fonctions, phagocytées *de facto* par Lindemann, dans une lettre à l'un de ses collègues :

Je réalise pleinement que le principal souci de Monsieur Winston Churchill dans tout ce qu'il entreprend est de consolider les défenses du pays, et de fait il semble erroné de vouloir s'opposer à ses suggestions, à moins de disposer de très fortes raisons. Mais j'ai aussi l'impression que Monsieur Winston Churchill [...] ne prend pas en compte les conseils que je lui donne, et préfère ceux du Professeur Lindemann⁵³.

En parallèle aux états d'âme de Tizard, le jeune chercheur Reginald Jones progresse rapidement sur l'affaire des faisceaux *Knickebein*. Un message décrypté par Bletchley Park dévoile l'une des deux stations émettrices, située à Clèves. Alors que Lindemann demeure incrédule sur son existence, Jones finit par identifier l'appareil récepteur des *Knickebein* dans un bombardier allemand Heinkel III capturé intact, dissimulé dans un autre récepteur d'apparence classique, le système de Lorenz. Celui-ci permet l'atterrissage de nuit et n'a rien de mystérieux, la plupart des grands aéroports civils en étant équipés. La version cachée dissimulant le *Knickebein* est beaucoup plus sensible, permettant de recevoir les signaux de Clèves et de la deuxième station en Allemagne, près de la frontière danoise. Informé, Churchill se montre vivement intéressé et écrit une note à son nouveau secrétaire d'État à l'Air, Archibald Sinclair : « Nous avons peut-être découvert quelque chose. Veillez à ce que les recherches soient organisées au plus tôt⁵⁴. »

Le 21 juin 1940 se déroule une réunion décisive au cabinet de Churchill, avec notamment Robert Watson-Watt, Archibald Sinclair, le maréchal de l'Air Hugh Dowding, Henry Tizard et Frederick Lindemann, qui s'observent en chiens de faïence. Reginald Jones est sommé de fournir des explications techniques sur *Knickebein*. Prévenu quelques minutes à l'avance de la réunion, Jones fait sensation en arrivant avec près d'une demi-heure de retard, tendu, et immédiatement saisi par l'atmosphère électrique régnant dans la salle. Tolérant, Churchill le laisse réaliser son exposé pendant vingt minutes, mettant en évidence l'existence des faisceaux nazis sur l'Angleterre. Dépassant son scepticisme primesautier, Lindemann est désormais depuis quelques jours convaincu de l'existence de *Knickebein*. Seul Henry Tizard persiste contre toute évidence à nier la découverte de Jones, désireux de contredire Lindemann, s'attirant ainsi la surprise et l'ire de Churchill. Le Premier ministre estime en effet l'affaire des faisceaux comme une menace de premier ordre. Il considère le 21 juin comme « l'un des moments les plus

noirs de la guerre », alors qu'en parallèle la France s'apprête le lendemain à subir l'une des pires humiliations de son histoire dans la clairière de Rethondes⁵⁵. Tizard, battu, n'a plus qu'à se taire. Churchill ordonne d'entreprendre aussitôt la lutte contre *Knickebein*. Le verdict est rendu.

Le soir même de sa défaite, Henry Tizard remet sa démission à son supérieur théorique, le chef d'état-major de l'Air Cyril Newall, qui l'accepte. Frederick Lindemann tient sa revanche. Aveuglé par la confrontation avec son rival, Tizard vient à la fois d'écorchner l'image des conseillers scientifiques auprès de Churchill, et de sérieusement compromettre son rôle dans la recherche opérationnelle. « Un homme égaré par la jalousie⁵⁶ », écrira plus tard Jones, qui à l'opposé de Tizard, monte en grâce auprès de Churchill. Le jeune chercheur contribue au développement d'une parade aux faisceaux *Knickebein*, ces derniers recevant le nom de code *Headache* (« mal de tête »). La contre-mesure est ainsi logiquement baptisée *Aspirin*. Lorsque les premiers raids nocturnes se déclenchent à l'automne 1940, les Britanniques émettent des signaux courts semblables à ceux des deux stations ennemies, incitant régulièrement les navigateurs à changer de cap, et larguer leurs bombes dans la campagne. Certains pilotes sont suffisamment désorientés pour se poser en Angleterre.

L'attitude déconcertante de Henry Tizard ne saurait faire oublier son œuvre décisive dans le développement du radar depuis 1935. Sans l'énergie débordante prodiguée à la tête de son comité, la tournure de la bataille d'Angleterre au cours de l'été 1940 eût été sans nul doute dramatiquement différente. « Heureusement pour les Alliés, l'Allemagne n'a jamais produit son Tizard⁵⁷ », évoquera par la suite son collègue Patrick Blackett, un autre grand nom de la recherche opérationnelle britannique. Battu par les intrigues de palais, auxquelles il s'estimait pourtant imperméable, Tizard s'éloigne du ministère de l'Air avant de recueillir les fruits de son travail. Il lui reste toutefois une dernière mission d'ampleur à accomplir, et peut-être la plus importante de la Seconde Guerre mondiale.

Couler ou périr

Le 15 septembre 1940 se déroule dans les cieux de Londres une vaste bataille aérienne, surnommée par la suite *Battle of Britain Day* (« le jour de la bataille d'Angleterre »). L'ambitieuse Luftwaffe se heurte aux pilotes de chasse décidés du Fighter Command, toujours efficacement guidés par la Chain Home de radars, et laisse une soixantaine d'appareils dans l'affaire – deux fois plus que leurs adversaires. Déçu, Hitler décide de différer l'opération *Seelöwe*, l'invasion de l'Angleterre. Puis, suite à l'échec de l'offensive nocturne de la Luftwaffe contre les villes britanniques jusqu'au printemps 1941, l'offensive est reportée *sine die*.

Cette importante victoire aérienne est toutefois loin de signer le

commencement de la fin, ni même la fin du commencement, comme l'évoquera par la suite Winston Churchill avec son style inimitable. La Grande-Bretagne est une île, c'est sa force pour repousser efficacement le spectre d'une invasion terrestre. C'est aussi sa faiblesse, eu égard à sa grande dépendance aux liaisons maritimes. La menace d'un nouveau blocus naval, comparable à celui de la Première Guerre mondiale, est évidente. D'après les Mémoires de Churchill, la bataille de l'Atlantique représente même la plus grande menace du second conflit : « La seule chose qui m'ait vraiment effrayé au cours de la guerre, ce fut la menace des sous-marins » ; « Cet angoissant problème m'avait hanté jour et nuit »⁵⁸. Heureusement pour les Britanniques, la recherche opérationnelle s'applique efficacement à la guerre maritime.

Patrick Blackett (1897-1974) est issu de la modeste *lower middle class* londonienne. À l'âge de 12 ans, en dépit de sa passion pour l'aviation et l'aéromodélisme, ses parents le présentent à une école navale. Si la Royal Navy est théoriquement ouverte à tous depuis la réforme imposée par l'amiral John Fisher quelques années plus tôt, dans les faits les questions d'examen d'entrée portent souvent sur des thématiques réservées aux classes supérieures : comment s'adresser à une duchesse, quel est le numéro du taxi vous ayant conduit ici ? Heureusement pour le jeune garçon, sa question porte sur Charles Roys, qui a part avoir cofondé la marque automobile Rolls-Royce en 1904 est aussi un pionnier de l'aviation. Patrick Blackett sait ainsi parfaitement que Roys vient d'effectuer un aller-retour au-dessus de la Manche en juin 1910. Accepté, Blackett passe deux ans de formation au Royal Naval College d'Osborne, et termine premier cadet du Britannia Royal Naval College de Dartmouth⁵⁹.

Mobilisé en août 1914 sur le croiseur cuirassé *Carnarvon*, Patrick Blackett participe à la bataille des îles Falkland le 8 décembre 1914, où son navire contribue à couler le vaisseau allemand *Gneisenau*. Le jeune officier est également présent à la meurtrière bataille du Jutland les 31 mai et 1^{er} juin 1916 à bord du cuirassé *Barham*, sous le feu roulant de l'ennemi. Il se souviendra plus tard de ce duel au canon : « Comment nous survécûmes en étant si peu touchés, je n'en ai aucune idée⁶⁰. »

En 1919, Blackett est envoyé au Magdalene College de Cambridge par la Royal Navy avec d'autres officiers dont les études avaient été interrompues par la guerre. Impressionné par le très prestigieux Laboratoire Cavendish (département de physique de l'université de Cambridge), il décide de quitter l'armée et se spécialise en physique expérimentale. Le jeune scientifique se consacre en particulier à la « chambre à brouillard », un détecteur de particules indiquant sous la forme de traînées de condensation le passage des particules nucléaires dans la matière. Élu chercheur au King's College de Cambridge, doté d'une forte personnalité, Blackett révèle en outre une force de travail et une habileté manuelle exceptionnelles, alliées à une vaste maîtrise des mathématiques pures, suscitant l'admiration de ses collègues : « Je n'ai jamais connu quelqu'un possédant une telle combinaison de talents⁶¹ », dira

l'un d'eux.

De 1924 à 1925, Patrick Blackett étudie à la célèbre université de Göttingen en Allemagne, centre dominant de la physique quantique où se croisent les futurs acteurs de la bombe atomique, Robert Oppenheimer, Niels Bohr, Enrico Fermi et entre autres Werner Heisenberg. De retour en Angleterre, élu membre de la Royal Society en 1933, Blackett confirme la même année l'existence du positron tout juste découvert, devenant ainsi un spécialiste reconnu du rayonnement cosmique et de l'antimatière. Cette même année, Blackett quitte l'« environnement victorien-féodal de Cambridge », pour être nommé professeur de physique au Birkbeck College de Londres, jugé plus populaire⁶². Effectivement, au cours de ses années à Cambridge, Blackett s'est rapproché de l'influent cercle des scientifiques de gauche présent au sein de l'université anglaise. Il ne cache d'ailleurs pas son admiration pour le système soviétique, une audace qui ne manquera pas de lui attirer nombre d'ennuis.

Parmi les proches relations de Patrick Blackett figure le scientifique Solly Zuckerman, fondateur au début des années 1930 du club de dîners *Tots and Quots*. Toujours attiré par les personnalités fortes et brillantes, le spécialiste des primates se montre fortement impressionné par Blackett. Même au point de vue esthétique, le jeune professeur impose par sa haute stature et son physique de jeune premier : « C'était un grand et très bel homme, semblable à une star de cinéma⁶³. » Blackett participe aux dîners organisés par Zuckerman, et selon ce dernier se distingue lors de la seconde vie du club à la veille de la guerre :

Blackett participait régulièrement à cette nouvelle période du club, ses interventions se révélant à chaque occasion pertinentes. Il nous avertissait qu'il y avait d'abord un conflit à gagner, avant de songer à nos ambitions grandioses pour la place de la science dans le monde d'après guerre. Il était déjà bien plus impliqué dans les problèmes de défense que n'importe qui d'entre nous⁶⁴.

Cette participation aux dîners du *Tots and Quots* se matérialise avec une contribution essentielle à la rédaction de l'ouvrage *Science in War* publié en 1940. Patrick Blackett s'était toutefois investi dès 1935 dans la recherche scientifique appliquée à la guerre, avec sa nomination au Committee for the Scientific Survey of Air Defence, le « comité Tizard ». Le scientifique participe efficacement aux travaux sur le radar, et admire l'œuvre pionnière de Henry Tizard :

L'histoire du radar a souvent été contée ; tout ce que je souhaiterais souligner, c'est la part vitale jouée par Tizard dans la confiance patiemment construite entre les aviateurs, les chercheurs et les ministres du Cabinet. [...] Sans une telle confiance, le développement scientifique du radar n'aurait pas progressé à une telle allure, ni des dizaines de millions de *pounds* n'auraient été injectés si rapidement et secrètement par le Trésor dans la construction de la chaîne de radars⁶⁵.

Blackett prend fait et cause pour Tizard dans sa querelle avec Lindemann, et devient *de facto* l'un des nombreux adversaires de ce dernier. Il claque avec Tizard la porte du comité en 1936, qu'il contribue aussitôt à recréer. En parallèle, Blackett participe à l'accueil des scientifiques allemands réfugiés, prenant sous sa protection au Birkbeck College le jeune physicien Otto Frisch, futur concepteur de la bombe atomique. En 1937, Blackett est nommé professeur de physique à l'université Victoria de Manchester, obtenant des conditions matérielles beaucoup plus généreuses qu'au Birkbeck College de Londres.⁶⁶

Au déclenchement des hostilités, Patrick Blackett s'investit promptement dans la recherche opérationnelle. Pour repousser les bombardiers allemands, outre les chasseurs du Fighter Command, l'armée britannique dispose des canons antiaériens (AA) de l'Anti-Aircraft Command (AAC), sous la direction du général Frederick Pile. Dans les premiers mois de la guerre, l'Anti-Aircraft Command n'enregistre que peu de succès. La précision des canons AA est alors pour le moins aléatoire. La concentration des canons et surtout la chance sont les seuls moyens de toucher effectivement un appareil, au prix de dizaines de milliers d'obus tirés. Le général Pile, qui durant la Première Guerre mondiale a été l'un des premiers à réaliser des travaux statistiques sur la défense antiaérienne, fait appel aux scientifiques fraîchement mobilisés. Lorsque Blackett parvient à Stanmore, QG de l'Anti-Aircraft Command, les batteries AA ont déjà reçu des équipements radars, mais personne ne sait encore comment les relier aux canons. Blackett s'entoure d'une équipe de scientifiques, bientôt surnommée le *Blackett's Circus*. Quelque peu hétéroclite, le « cirque de Blackett » inclut trois physiologistes, deux mathématiciens et un astrophysicien. Tous sont des civils, Blackett estimant leur liberté plus grande que celle des militaires, engoncés dans leur strict règlement et leur routine. La présence de biologistes dans l'équipe peut surprendre, mais Blackett argue de la faculté de ces spécialistes du vivant pour remarquer les plus infimes anomalies dans les données statistiques, et en tirer les conclusions appropriées⁶⁷.

Usant de l'observation, de l'analyse et des données disponibles, le *Blackett's Circus* développe considérablement le potentiel de défense de l'AAC. Les scientifiques britanniques travaillent sur un engin d'une demi-tonne déjà existant, le *Sperry predictor*, capable de calculer la distance à laquelle le canon doit tirer à l'avance pour toucher un avion, souvent plus d'un kilomètre. Loin d'être parfait, le *Sperry predictor* ne fonctionne (mal) que de jour. Blackett et son équipe réalisent une version améliorée (*Castrated predictor*), qui intègre les précieuses données du radar, permettant de suivre la course nocturne des bombardiers ennemis. En parallèle, Blackett recommande une modification importante dans la disposition des batteries AA. Au début du *Blitz* en septembre 1940, 120 canons AA sont dispersés en 30 batteries de quatre canons chacun, disposées en cercles autour de Londres ; seule la moitié de ces batteries est équipée en radars. Blackett recommande de regrouper les

canons en 15 batteries de huit pièces, disposant toutes de leurs radars, les batteries dépourvues n'étant que peu susceptibles d'abattre quoi que ce soit. Cette rationalisation couplée au *Castrated predictor* multiplie par cinq l'efficacité des canons AA : au lieu d'en moyenne 20 000 obus tirés pour abattre un seul bombardier ennemi, « seulement » 4 000 sont désormais nécessaires à partir de 1941⁶⁸.

Au début de cette même année 1941, un nouveau défi attend Patrick Blackett. Depuis le 25 septembre 1939, la directive n° 4 de l'OKW (Oberkommando der Wehrmacht) autorise le « siège sur mer de l'Angleterre », ce qui signifie la guerre sous-marine sans restriction, fut-ce de nouveau au prix de l'entrée en guerre des États-Unis⁶⁹. De juillet 1940 jusqu'au printemps 1941 se déroule le *First Happy Time*, où avec seulement quelques dizaines d'U-Boote (sous-marins), la marine allemande (Kriegsmarine) décime les convois britanniques au nord-ouest de l'Irlande. En parallèle, les vaisseaux lourds de la Kriegsmarine coulent plusieurs dizaines de navires en relative impunité de janvier à mars 1941, lors de l'opération *Berlin*. Avec plus de 400 bateaux envoyés par le fond lors de ce *First Happy Time*, les sous-marins allemands obtiennent de spectaculaires résultats, avec pourtant jamais plus de dix U-Boote engagés à la fois⁷⁰. L'asphyxie semble proche pour Churchill : « Ce danger mortel qui menaçait nos lignes d'approvisionnement vitales me rongait les entrailles⁷¹. » Les chantiers navals sont incapables de suivre le rythme de remplacement des vaisseaux perdus. Il n'y a plus le choix : il faut à tout prix couler les sous-marins allemands, ou périr.

Les Britanniques ont alors le plus grand mal à traquer et détruire les sous-marins de l'amiral Karl Dönitz. L'ASDIC, l'ancêtre du sonar, existe certes depuis la fin de la Première Guerre mondiale et permet de détecter efficacement les sous-marins, mais uniquement sous l'eau. Pour contrer la menace, les commandants d'U-Boote opèrent en surface, de nuit. Les vaisseaux de la Royal Navy peinent ainsi à détecter leurs adversaires, à l'instar des appareils du Coastal Command, chargé de la défense des côtes du Royaume-Uni. Avec 1 à 2 % de cibles coulées au cours de ces opérations, le Coastal Command n'enregistre que des résultats insignifiants⁷².

Le maréchal de l'Air Philip Joubert de la Ferté, commandant en chef du Coastal Command, suit les pas de son homologue Frederick Pile. Appelé à l'aide en mars 1941, Patrick Blackett prend la tête de la nouvelle section de recherche opérationnelle du Coastal Command. Il emmène avec lui Evan James Williams (1903-1945), un jeune physicien gallois de 37 ans, docteur de Cambridge et professeur à l'université d'Aberystwyth. Très brillant, doté tout comme Blackett d'un physique peu commun (mais ressemblant davantage à un lutteur), Williams s'attelle au problème posé par les grenades anti-sous-marines lancées par les avions, fort peu efficaces. Le Gallois découvre rapidement que les charges sont larguées bien trop tard et de manière trop espacée, avec des détonateurs réglés sur une durée excessivement longue. Ces

paramètres erronés laissent ainsi le plus souvent le temps aux U-Boote d'effectuer des manœuvres évasives. Williams recommande pragmatiquement de s'attaquer seulement aux sous-marins visibles en surface ou aux engins disparus depuis au mieux quinze secondes. Les grenades doivent être larguées à faibles intervalles, et à une profondeur d'explosion de 25 pieds (7 à 8 mètres). Le principe d'attaque demeure certes complexe, mais le nombre de sous-marins coulé est multiplié par 2,5. Les sous-mariniers allemands capturés estiment, perplexes, avoir été victimes d'un nouveau type d'explosif beaucoup plus puissant⁷³.

Pour sa part, Patrick Blackett réalise une aberration : les parties inférieures des ailes des appareils du Coastal Command sont peintes en noir. La plupart des avions proviennent en effet du Bomber Command, qui utilise ses appareils uniquement dans des raids nocturnes, afin de parer l'action des projecteurs au sol. Cette couleur noire est en revanche particulièrement visible le jour, en particulier sur fond de nuages blancs. Les appareils du Coastal Command sont donc très nettement visibles dans le ciel par les équipages des U-Boote. Blackett recommande de peindre immédiatement le bas des ailes en blanc, réduisant de 30 % la visibilité, et augmentant ainsi d'autant le taux de chance de repérer et de couler un sous-marin⁷⁴.

Ces achèvements de la recherche opérationnelle et de nombreuses autres améliorations – notamment de la part d'ULTRA avec le décodage de l'Enigma navale par les décodeurs de Bletchley Park – permettent de porter un coup d'arrêt décisif au *First Happy Time*. Jusqu'à la fin de l'année 1941, et malgré en moyenne 30 sous-marins quotidiennement en opération (soit trois fois plus qu'auparavant), le nombre de vaisseaux coulés chute de moitié⁷⁵.

En dépit de ces succès, la bataille de l'Atlantique est loin d'être gagnée pour les Britanniques. La détection des sous-marins demeure difficile à réaliser. L'idéal serait de pouvoir posséder des radars en version miniature, susceptibles d'être emportés sur les appareils, et capables d'émettre des micro-ondes beaucoup plus précises. Pourtant, un tel appareil révolutionnaire existe en Angleterre, depuis 1940. Mais, comme si souvent, les moyens manquent pour le développer vite et bien. Et la solution sera toujours la même tout au long du conflit : la puissance des États-Unis, sans égale.

II

La maîtrise des mers

« La mobilisation de la science derrière les lignes de front est en train d'aider les soldats à gagner la guerre, et à la raccourcir. »

Vannevar Bush¹.

18 juin 1940. À Londres, un certain général Charles de Gaulle s'exprime dans les studios de la BBC. L'officier français est à peu près inconnu, et son allocution, hésitante, fort peu entendue. Quelques kilomètres plus loin, dans le palais de Westminster, Winston Churchill péroré devant la Chambre des communes. Son discours, *Their Finest Hour* (« Leur plus belle heure »), est le troisième d'une série historique, exemple de maîtrise oratoire. Mais les propos sont graves. Ce sont les heures sombres, avec l'anéantissement de la France, et la menace d'une invasion. Churchill dresse un tableau noir en cas de succès nazi : « Si nous échouons, alors le monde entier, y compris les États-Unis, y compris tout ce que nous connaissons et que nous chérissons, sombrera dans l'abysse d'un nouvel Âge des ténèbres rendu encore plus sinistre [...] à la lumière d'une science pervertie². » Les États-Unis, avec leur formidable potentiel industriel et humain, incarnent tout ce dont aurait cruellement besoin Churchill. Mais, pour l'heure, l'Amérique est solidement engoncée dans sa neutralité, et entend bien la conserver.

La quête des micro-ondes

Si la Chain Home offre un avantage décisif contre les raids diurnes de la Luftwaffe, le problème des attaques nocturnes demeure à peu près insoluble. En cas d'obscurité totale, seuls les projecteurs au sol – guidés par radar – sont

en mesure de désigner quelques cibles aux canons AA et aux chasseurs nocturnes, sans inquiéter sérieusement les formations incluant des centaines d'assaillants. En théorie, la solution est simple : embarquer des radars dans les chasseurs, afin de les guider à portée de tir des bombardiers allemands. Dans les faits, la miniaturisation des radars existants s'avère tout sauf évidente. Le projet existe depuis 1935, confié par Henry Tizard à un jeune scientifique inconnu. À peine âgé de 24 ans, Edward Bowen (1911-1991) va pourtant contribuer à stopper le *Blitz* sur le Royaume-Uni.

Né près de Swansea dans une modeste famille galloise, Edward George Bowen fait rapidement preuve d'un esprit vif, développant un attrait marqué pour la radio. Ses facilités lui permettent d'obtenir plusieurs bourses d'études et d'intégrer l'université de Swansea, et d'effectuer des études de physique. Diplômé en 1930, Bowen se lance dans des recherches doctorales au King's College de Londres, qui lui permettent à la fois de s'intéresser aux rayons X et aux alliages, et aussi de rencontrer sa future femme, Enid Vesta Williams, qu'il épouse en 1938³.

Repéré par Robert Watson-Watt pour ses compétences en radio, Edward Bowen rejoint l'équipe de scientifiques de la RAF installée à partir de 1936 dans le pittoresque Bawdsey Manor au nord-est de Londres, en bord de mer. Sur les encouragements de Tizard, Bowen travaille d'arrache-pied sur la miniaturisation du radar, d'abord seul faute de moyens, puis avec une petite équipe. Le projet pose de multiples problèmes. Il apparaît vite que le pilote d'un chasseur ne saurait gérer à la fois le pilotage, la surveillance du radar et le combat. La seule solution est d'embarquer l'appareil de détection sur un avion biplace, assurant ainsi la répartition des tâches. Le 17 août 1937 se déroule un test historique au large du Bawdsey Manor. L'avion utilisé est un Avro Anson, bimoteur de reconnaissance équipant le Coastal Command. L'Anson embarque un petit radar émettant sur une longueur proche du mètre, une onde très courte pour l'époque. L'objectif est ici de détecter des vaisseaux, l'autre rôle utile du radar embarqué avec la détection des avions. À l'approche de la côte, l'Anson reçoit des échos clairs de bateaux à près de 5 kilomètres de distance. Le radar embarqué de détection navale (*Air to Surface Vessel* – ASV) est né. Bowen peut légitimement se réjouir :

Nous découvrîmes rapidement qu'un léger accroissement de la longueur d'onde sur 1,5 mètre permettait d'obtenir une amélioration bénéfique de la sensibilité du radar. Ce fut le jour de naissance du radar opérant sur 1,5 mètre [...] Cette fréquence de bande allait rester la plus utilisée tout au long du conflit, aussi bien pour les radars aériens que navals. [...] Le moral dans notre équipe ne pouvait pas être meilleur. Nous disposions d'un radar embarqué opérationnel, capable de détecter des bateaux de trois à cinq kilomètres, et des objets terrestres de huit à dix kilomètres⁴.

Peu après, les 4 et 5 septembre 1937, le radar d'Edward Bowen est testé en conditions réelles sur la Manche. Sans être informé du lieu ni de la nature des cibles navales à détecter, Bowen prend place lui-même à bord d'un

Anson, et survole les eaux encore pacifiques séparant Douvres du Pas-de-Calais. Le 4 septembre, au bout de quelques heures, le radar embarqué s'illumine de multiples échos. Bien avant de les voir, Bowen détecte le cuirassé *Rodney*, le porte-avions *Courageous* et le croiseur *Southampton*, flanqués de six destroyers : « Pour la première fois [depuis le début de l'exercice], nous découvrîmes quels étaient les bateaux impliqués et leur nombre, note Bowen. Nous obtînmes de loin les meilleurs échos jusqu'ici jamais observés. »

Le lendemain, Bowen survole de nouveau les vaisseaux de la Royal Navy, observant avec inquiétude les canons AA se déchaîner à son approche – certes en tirant à blanc. Un peu plus tôt, à environ 1,5 kilomètre de distance, le scientifique a remarqué sur son écran radar de petits échos. Ce sont les 15 *Swordfish* embarqués sur le *Courageous* décollant pour l'intercepter. Pour la première fois, un avion détecte un autre appareil. Le radar d'interception (*Airborne Interception radar* – AI) est devenu réalité. Le maréchal de l'Air Hugh Dowding se montre enthousiaste face à cette nouvelle arme, qui toutefois ne peut encore servir dans la RAF, celle-ci ne disposant pour l'instant d'aucun chasseur nocturne digne de ce nom. L'excellent De Havilland Mosquito n'effectuera son premier vol qu'en novembre 1940.

Edward Bowen poursuit le développement de son radar, se heurtant cette fois-ci au problème de la puissance encore très limitée, et aussi aux parasites provoqués par les échos venant du sol. La solution serait d'affiner le faisceau d'ondes en raccourcissant encore un peu plus la longueur d'émission, pour entrer dans la dimension des décimètres, voire des centimètres (les « micro-ondes »). Heureusement, les scientifiques britanniques ne sont jamais à court de ressources – sauf financières. Un appareil susceptible d'émettre des micro-ondes est en cours de réalisation, non pas à Bawdsey Manor, mais à 300 kilomètres plus à l'ouest, au sein de l'université de Birmingham.

En 1939, le département de physique de l'université de Birmingham est depuis deux ans placé sous la tutelle du professeur Marcus Oliphant. Originaire du sud de l'Australie, issu d'une famille très modeste, Marcus « Mark » Oliphant (1901-2000) doit travailler dans une bibliothèque pour financer ses études à l'université d'Adelaïde. Le jeune homme se révèle suffisamment brillant pour quitter son pays natal en 1921 et intégrer le prestigieux Cavendish Laboratory de Cambridge. Docteur en physique en 1929, chercheur au Saint John's College de Cambridge en 1934, Oliphant se distingue aux côtés de Patrick Blackett dans la physique nucléaire et le noyau atomique. Il est nommé professeur de physique à l'université de Birmingham en 1939, et s'intéresse de près au radar, prophétisant son rôle clé dans le conflit à venir⁶.

Au cours de l'été, l'équipe de Marcus Oliphant se forme aux techniques de la RAF sur l'aérodrome de Ventnor. En septembre, Oliphant décide d'axer les recherches sur des ondes extrêmement courtes de 10 centimètres. Il désigne deux jeunes physiciens doctorants de son département pour travailler

sur les micro-ondes : John Turton Randall et Henry « Harry » Boot. Jusqu'ici, deux types d'appareils existent pour produire des micro-ondes : le magnétron depuis les années 1920, capable d'émettre des ondes électromagnétiques à la puissance de 30 à 40 watts, et le klystron fraîchement inventé en 1937, un tube à vide permettant d'atteindre au mieux les 100 watts. La puissance de ces deux appareils demeure toutefois trop faible pour une utilisation sur un avion. Randall et Boot décident de combiner les avantages du magnétron et du klystron en novembre 1939, obtenant ainsi un « magnétron à cavités ». Deux aimants placés de chaque côté d'une cathode entraînent la circulation en spirale des électrons, qui passent dans six cavités réalisées autour de l'anode. En circulant dans les cavités, les électrons créent une fréquence électrique dépendant de la taille des cavités. Pour produire des micro-ondes de 10 centimètres, Randall et Boot calculent la bonne taille des cavités : 1,2 centimètre⁷.

Le test historique du magnétron à six cavités de John Randall et Harry Boot se déroule le 21 février 1940. Le succès est immédiat. L'appareil se révèle quatre fois plus puissant que le klystron, dégageant 400 watts, soit bien plus que les espoirs initiaux, comme en témoigne Randall :

[L'appareil] fonctionna immédiatement, déclenchant l'incrédulité au sein du laboratoire, et même un sérieux doute quant à savoir si la longueur d'onde émise correspondait bel et bien à la magnitude requise⁸. [...] Moins de quatre mois venaient de s'écouler entre la mise sur papier des idées initiales, et le premier test victorieux⁹.

Marcus Oliphant saisit immédiatement tout le potentiel du magnétron à six cavités développé par ses deux doctorants. Un groupe de chercheurs du General Electric Company Lab de Wembley (Londres) est chargé en avril 1940 de transformer l'invention de John Randall et Harry Boot en un appareil opérationnel, capable d'être fabriqué en série. Dirigé par l'ingénieur irlandais Eric Megaw, le laboratoire de Wembley travaillait déjà sur un appareil émettant sur une onde trop longue de 25 centimètres, avec des résultats médiocres. Leurs travaux à peine commencés, les laborantins de Megaw reçoivent une manne céleste, avec toutefois pour défaut de pas être d'origine britannique. L'aide, inattendue, provient de France.

Les Britanniques sont effectivement loin d'être les premiers à produire un magnétron à cavités. Le principe de ce type d'appareil remonte à l'année 1935 avec le physicien allemand Hans Hollmann (1899-1960) de l'université technique de Berlin, créateur d'un magnétron à seulement quatre cavités, et auteur d'une série d'ouvrages pionniers sur les micro-ondes¹⁰. L'appareil le plus performant est toutefois l'œuvre du physicien français Maurice Ponte (1902-1983). Fils d'un père officier, Maurice Ponte étudie dans la sévère discipline du Prytanée national militaire de La Flèche, puis est reçu premier au concours d'entrée de l'École normale supérieure en 1920. Spécialiste des rayons X et de la diffraction des électrons, le jeune physicien abandonne pourtant l'université en 1929 pour entrer dans le monde de

l'entreprise. Il prend la direction d'un nouveau laboratoire étudiant les techniques d'émission, créé à Levallois-Perret au sein de la Société française radio-électrique (SFR)¹¹.

Maurice Ponte réalise des magnétrons équipés de deux demi-cylindres circulaires, capables d'émettre des ondes de 16 centimètres. Dès 1935, le paquebot *Normandie* est équipé d'un radar décimétrique. En 1939, Ponte développe des radars décimétriques contre avions pour la défense de Paris, puis réalise l'année suivante avec son équipe un nouveau type de magnétron, doté de segments résonnants et d'une cathode à oxyde ultrarésistante, susceptible de produire une puissance de 500 watts. Le 8 mai 1940, Maurice Ponte a l'heureuse idée d'apporter son invention à Londres, deux jours avant l'attaque allemande à l'Ouest. Très surpris par l'appareil du physicien français, l'ingénieur Eric Megaw s'inspire de ce modèle pour améliorer le magnétron à six cavités de John Randall et Harry Boot. Le nouvel appareil de Megaw fonctionne de manière autonome, diffusant ses propres ondes sans énergie extérieure. Émettant sur 10 centimètres, l'appareil produit une puissance inédite de 10 000 watts. En 1946, Megaw saluera la contribution décisive du magnétron français dans le développement des radars alliés¹².

Pour l'heure, avec le magnétron à cavités d'Eric Megaw les Britanniques disposent d'un moyen de détection révolutionnaire. Mais pour le rendre opérationnel, encore faudrait-il le produire à grande échelle, l'adapter aux avions, et notamment former les opérateurs, toutes phases exigeant des moyens et du temps. Au début de juin 1940, le Royaume-Uni n'a rien de tout cela. L'armée britannique est encerclée à Dunkerque, avec le reliquat de l'élite des forces françaises. Même le succès de l'évacuation maritime ne ramène que des soldats démunis de tout équipement lourd. L'invasion de l'Angleterre est alors une réalité bien concrète. Il est sérieusement question d'évacuer le roi Georges VI au Canada – ce dernier préférant rester à Buckingham malgré la menace. Winston Churchill, fraîchement nommé Premier ministre le 10 mai 1940 en remplacement de Neville Chamberlain, subit de fortes pressions au sein de son propre parti. Lord Halifax et Chamberlain, tous deux membres du cabinet de guerre, pressent pour des négociations, avec Mussolini comme intermédiaire. Le 4 juin 1940, Churchill prend rendez-vous avec l'histoire et balaie les atermoiements. Son discours devant la Chambre des communes affirme sa détermination inexpugnable : le Royaume-Uni ne se rendra jamais. Toutefois, dans les profondeurs de son cabinet War Rooms, Churchill téléphone secrètement à Franklin Roosevelt. Il ne cache pas la gravité de la situation. Le Royaume-Uni, le monde libre a besoin d'aide.

Si durant la Première Guerre mondiale la coopération anglo-américaine s'était révélée étroite, celle-ci s'est vite asséchée après la victoire. Des efforts sont réalisés côté britannique pour tenter d'ouvrir une coopération scientifique dans les années 1930, avec en particulier l'obtention du viseur Norden, équipant les bombardiers américains. Développé dans le plus grand secret, le Norden est audacieusement présenté comme capable de placer une bombe

« dans un baril de cornichons¹³ ». Même si dans les faits les performances réelles du Norden au cours de la guerre se révéleront pour le moins mitigées, les Britanniques sont pour l'heure fascinés par le viseur, auréolé de mystère. Après de nombreux échecs, Chamberlain écrit à Roosevelt le 25 août 1939 pour obtenir une coopération, mais se heurte à un refus. Le président américain serait personnellement en faveur d'un échange avec les Britanniques, mais les lois sur la neutralité imposeraient de proposer le Norden à tous les pays du monde, chose bien sûr inconcevable. Au printemps 1940 Winston Churchill reprend les efforts secrets d'ouverture vers le Nouveau Monde. Il propose de communiquer les dernières avancées de l'ASDIC pour la détection sous-marine, même sans contrepartie. Hélas pour Churchill, l'échec est de nouveau cuisant. Roosevelt a toujours les mains liées par le Congrès et un puissant courant isolationniste.

Au début de 1940, un scientifique de renom apporte son aide pour obtenir une liaison scientifique avec les États-Unis. Archibald V. Hill (1886-1977) est un physiologiste spécialiste en myologie (étude des muscles), et Prix Nobel de physiologie ou médecine en 1922. Membre de la Royal Society depuis 1918, il en est également son Secrétaire. À ce titre, Hill déclare s'assurer que « les ressources humaines en sciences et techniques soient efficacement employées dans la guerre », afin d'éviter une répétition des désastres du précédent conflit, lorsque ces mêmes ressources, « au lieu d'être économisées, étaient gaspillées et négligées »¹⁴. Le physiologiste participe ainsi activement aux côtés de Henry Tizard à la mobilisation des scientifiques, adhérant par ailleurs au comité de ce dernier sur le radar en 1935. Hill joue également un rôle de premier plan dans l'accueil des scientifiques allemands fuyant le nazisme.

Sur l'instigation de Tizard, qui souhaite voir « les scientifiques américains s'engager dans la guerre avant même leur gouvernement¹⁵ », en février 1940 Archibald Hill part défricher le terrain aux États-Unis, officiellement en tant qu'attaché temporaire pour l'Air à l'ambassade de Washington. Nanti d'un solide carnet d'adresses, Hill opère un tour d'horizon des figures de proues dans les mondes scientifiques et industriels. Dans le même temps, en Angleterre, Tizard lutte pour apaiser les doutes sur une collaboration scientifique, notamment avec l'ouverture des secrets du radar. Mais l'orgueilleuse Royal Navy toise de haut sa rivale, l'US Navy, qui en retour dissimule mal son mépris. De manière générale, l'armée britannique n'a guère d'admiration pour les qualités militaires de l'armée américaine, celle-ci ne souffrant que fort peu de recevoir des conseils de la part de l'ancien colonisateur. À force de pédagogie, Tizard finit par obtenir péniblement le consentement de la Royal Navy le 18 mai. Mais Churchill lui-même se montre réticent sur la livraison des secrets du radar jusqu'en juin, avant d'être ébranlé par le choc de la découverte de Reginald Jones, avec les faisceaux allemands se croisant sur Londres. En parallèle, Archibald Hill remet son rapport de mission le 18 juin, sans concession :

Notre sentiment effronté de supériorité, et l'aveuglement sur la facilité avec laquelle une collaboration pourrait être obtenue, peuvent nous faire perdre la guerre. [...] Il existe un très fort désir de nous aider, même s'il préside comme en Grande-Bretagne la même mystique de secrets dans les Services américains. Ceci ne peut être dépassé que d'une seule manière, par une offre franche d'échange d'informations et d'expériences. Sans une telle offre, les États-Unis ne s'ouvriront jamais totalement à nous¹⁶.

Le même jour, Churchill prononce son discours *Their Finest Hour* à la Chambre des communes, sur les dangers de la « science pervertie ». Il cède définitivement le 30 juin, en acceptant le principe d'une mission scientifique aux États-Unis. Pour sa part, le 22 juillet suivant Roosevelt se déclare « heureux si une mission spéciale serait en mesure de venir le plus rapidement possible¹⁷ ». La coopération scientifique est ainsi timidement lancée. Le centre de gravité de la recherche opérationnelle débute insensiblement sa translation vers les États-Unis.

Les liaisons fructueuses

Au début de 1940, les États-Unis observent avec une très nette circonspection l'embrasement de l'Ancien Monde. Échaudée par les pertes subies durant la Première Guerre mondiale dans des affaires européennes aussi lointaines qu'illisible, l'opinion publique américaine n'entend pas recommencer l'aventure. Franklin Roosevelt, fin politicien s'il en est, prend acte de cet état d'esprit. Le 32^e président américain entend bien briguer un troisième mandat successif, une performance inédite. Les élections étant prévues pour le mois de novembre, il serait suicidaire d'envoyer des signaux contraires à l'isolationnisme. Pourtant, Roosevelt ne l'ignore nullement : les États-Unis seront eux aussi emportés par le tourbillon de la guerre, un jour ou l'autre. En coulisses, Roosevelt manœuvre pour se préparer à une guerre non désirée, mais inévitable. Il s'entoure d'une véritable « mafia » de puissants conseillers, issus des milieux industriels, scientifiques et académiques les plus influents. Si Winston Churchill dispose de Frederick Lindemann comme conseiller scientifique, Roosevelt peut compter sur Vannevar Bush. Grand maître de la recherche opérationnelle américaine, pourtant peu connu, cet homme de l'ombre figure aux toutes premières places des grands vainqueurs de la Seconde Guerre mondiale.

Fils de pasteur, Vannevar Bush (1890-1974) est originaire d'Everett dans le Massachusetts. Peu inspiré par la spiritualité, le jeune garçon développe vite une passion pour le bricolage, créant de toutes pièces les produits de son imagination inextinguible. Étudiant à l'université privée de Tufts, Bush dépose le premier d'une longue liste de brevets pour une machine d'arpentage, conçue avec un pendule et deux roues de bicyclette, permettant d'obtenir des mesures horizontales et verticales. Particulièrement confiant en

lui, très à l'aise en public, le jeune homme sait obtenir ce qu'il veut. Épris d'une certaine Phoebe Davis rencontrée au cours de ses études à Tufts, Bush entend bien se marier avec elle. Un projet louable, mais coûteux. Afin de s'assurer un emploi correctement rémunéré, il expédie un doctorat en ingénierie en moins d'un an conjointement au Massachusetts Institute of Technology (MIT) et à l'université de Harvard. Diplômé en avril 1916, Bush épouse Davis au mois d'août suivant¹⁸.

Au cours de la Première Guerre mondiale, Vannevar Bush développe un appareil de détection sous-marine, jamais utilisé de manière opérationnelle faute de coopération efficace entre le monde civil et l'armée. Cet échec le marque de manière décisive : « Cette expérience permit d'inscrire profondément dans mon esprit l'absence complète de liaison entre les militaires et les civils dans le développement des armes¹⁹. » En 1919 Bush est enseignant au MIT, spécialiste en génie électrique. Il s'intéresse de près au calcul électromécanique, un champ d'étude équivalent à la préhistoire de l'informatique, et participe à la création en 1931 de l'analyseur différentiel, un vaste calculateur capable de venir à bout d'équations différentielles. Au début des années 1930, Vannevar Bush s'est acquis une notoriété. Il est élu en 1934 à la National Academy of Sciences, dont les membres font office de conseillers scientifiques pour les États-Unis, puis en 1938 président de la Carnegie Institution de Washington, une prestigieuse fondation pour la recherche scientifique. En 1938, Bush est nommé à la tête du nouveau National Advisory Committee for Aeronautics (NACA), précurseur de la NASA. À la veille de la guerre, il dispose désormais d'une vue d'ensemble sur les moyens d'action existants pour réussir : « J'en savais suffisamment sur les mystérieuses façons d'opérer dans les dédales de Washington²⁰. »

Aux premiers coups de feu de la Seconde Guerre mondiale, et fort de sa malheureuse expérience du conflit précédant, Vannevar Bush entend tout faire pour éviter un nouveau gaspillage de ressources humaines et scientifiques. Depuis 1916 existait pourtant bien un Council of National Defense, chargé de « la coordination des industries et ressources pour la sécurité nationale et la santé publique²¹ ». Dans les faits, le Council of National Defense n'avait pas coordonné grand-chose durant la Première Guerre mondiale. Il faut faire beaucoup mieux. Bush réunit autour de lui les acteurs les plus influents de la recherche et de l'industrie : Frank Baldwin Jewett, ingénieur comme Bush et président de la National Academy of Sciences et des puissants Bell Telephone Laboratories ; le chimiste James Bryant Conant, président de l'université de Harvard ; le physicien Karl Compton, président du MIT où officie toujours Bush dans ses rares moments perdus. Tous ces hommes se connaissent bien et ont l'habitude de travailler entre eux, avec Vannevar Bush comme trait d'union. Des discussions émergent un projet de comité de recherche sur la Défense nationale, dont le but essentiel serait de favoriser et accélérer le développement de nouvelles armes. Reste encore à obtenir l'aval de Roosevelt. Bush le sait parfaitement : « Je savais que l'on ne pouvait rien

obtenir dans cette fichue ville à moins d'entreprendre quelque chose sous la tutelle du président²². »

Entre la fluidité décisionnelle américaine et les lourdeurs épouvantables des comités de réflexion britanniques, il y a un fossé, ou plutôt un océan. L'affaire est vite réglée. Le 12 juin 1940, Vannevar Bush rencontre Franklin Roosevelt. Le projet de comité tient sur une seule feuille, en quatre paragraphes. Le président américain écoute attentivement. En dix minutes, la décision est prise. L'idée de Bush arrive au moment opportun. En Europe, l'armée française agonise sur la Loire. Les Britanniques appellent désespérément à l'aide. Roosevelt saisit sa plume, et inscrit sa mention habituelle, « OK-FDR²³ ». Deux semaines plus tard, le National Defense Research Committee (NDRC) est officiellement créé. Bush en prend le contrôle. Il est composé de huit membres, dont ses alliés Jewett, Conant et Compton, ainsi que des représentants de l'armée et de l'US Navy. Le comité dispose toutefois d'une aide financière limitée de l'État, et ne se substitue pas aux organisations militaires de développement d'armes déjà existantes. Dans une lettre du 15 juin 1940, Roosevelt indique que le NDRC est chargé « d'étendre la base des recherches et de dresser une liste de scientifiques en mesure de contribuer efficacement à l'amélioration rapide des matériels les plus importants, et de déterminer la manière dont pourraient être utilement employées de nouvelles instrumentalités²⁴ ».

Les Américains sont désormais en mesure de recevoir – et d'exploiter – les innovations technologiques et scientifiques que les Britanniques souhaitent leur remettre. À Londres, on finalise justement au même moment la British Technical and Scientific Mission to the United States. Le 10 août 1940, trois jours avant le début officiel de la bataille d'Angleterre, la première réunion réunit les membres de cette mission. Son chef n'est autre que Henry Tizard, fraîchement humilié le 21 juin 1940 face à Frederick Lindemann et Reginald Jones, et démissionnaire de son poste de conseiller scientifique de l'armée de l'air. Désormais libre, Tizard accepte la direction de la mission britannique, qui lui permet d'aller respirer l'air moins vicié des États-Unis. La British Technical and Scientific Mission to the United States prend ainsi rapidement le surnom de « mission Tizard ».

La mission Tizard se compose de sept membres, dont outre Tizard figurent un secrétaire et trois officiers représentant la Royal Navy, le Coastal Command et l'Anti-Aircraft Command. Deux scientifiques sont également présents, Edward Bowen, le développeur du radar embarqué, et John Cockcroft (1897-1967), un autre jeune talent prometteur. Cockcroft incarne l'archétype de la réussite académique : passionné et premier dans ses études de physique expérimentale, il rentre à l'université de Manchester en 1914 puis est cité à l'honneur sur les champs de bataille de la Première Guerre mondiale comme jeune officier. Cockcroft rejoint le Saint John's College de Cambridge en 1922, est reçu docteur en 1925 au prestigieux Cavendish Laboratory – et trouve le temps de se marier la même année. Le jeune homme se distingue par

son habileté hors norme pour traiter plusieurs problèmes à la fois, et son économie extrême en paroles. Détestant les ragots ou les conversations anodines, Cockcroft s'intéresse à tout sujet jugé digne d'intérêt ; il sait écouter et observer pour comprendre avec une extrême rapidité. Chercheur au Saint John's College en 1928, il est reçu à la Royal Society en 1936 et nommé professeur de philosophie naturelle à Cambridge en 1939²⁵. À cette date, John Cockcroft est déjà célèbre pour ses recherches sur le nucléaire, évoquées plus loin. En août 1940, son excellence scientifique en fait une recrue de choix pour la mission Tizard.

John Cockcroft est chargé de réunir toute la documentation utile sur les secrets divulgués par les Britanniques, incluant des projets de moteurs à réaction, des roquettes, le système de guidage radar pour les canons AA développé par Patrick Blackett, ou encore des armes chimiques (qui ne serviront jamais). En tout, 21 nouvelles technologies sont listées par la mission Tizard²⁶. Le joyau de ce trésor est sans nul doute le magnétron à cavités n° 12, conçu par l'équipe d'Eric Megaw à Wembley, et considéré comme le meilleur produit jusqu'ici, à l'issue des tests.

Alors que la Luftwaffe s'explique avec la RAF sur le Royaume-Uni, Henry Tizard part défricher le terrain à Washington, avant les autres membres de sa mission. Le 26 août 1940, le scientifique britannique est reçu à la Maison Blanche. Comme tout le monde, Tizard tombe immédiatement sous le charme irrésistible du président américain, qui multiplie les signes de bonne volonté : « Le Président était très sympathique, une personnalité plus que charmante », note Tizard dans son journal. « Il disait être sur le point de présenter son projet de loi au Congrès, ce qui lui vaudrait probablement de perdre les élections en novembre²⁷. » Le lendemain, Tizard rencontre le nouveau secrétaire d'État à la Guerre, Henry Stimson, qui à son tour se montre agréablement surpris par son visiteur, « un scientifique britannique très agréable et intelligent²⁸ ». Âgé de 73 ans, fin politicien, Stimson dispose d'un solide carnet d'adresses qu'il place à la disposition de Tizard. Parmi les interlocuteurs jugés décisifs figurent Vannevar Bush et Karl Compton, le président du MIT, tout juste nommé à la tête de la section D du NDRC, chargée de l'étude sur les radars. Stimson recommande également le cousin de Compton, Alfred Loomis (1887-1975), un personnage atypique – et décisif dans la recherche opérationnelle américaine.

Physicien, inventeur, investisseur, philanthrope, membre de la National Academy of Sciences et accessoirement millionnaire, Alfred Loomis dispose de son propre Loomis Laboratory à Tuxedo Park, New York. Débordant d'énergie, il est l'auteur de l'Aberdeen Chronograph, un appareil suffisamment précis pour mesurer la vitesse des balles d'armes à feu. Depuis 1940, Loomis et son équipe travaillent sur un système radar capable de tenir dans un camion, et de détecter les avions et les bateaux. Mais faute d'appareil susceptible de produire efficacement des micro-ondes, les radars américains demeurent très inférieurs au magnétron à cavités des Britanniques. Très

intéressé par ces travaux, Karl Compton vient de nommer Loomis au NDRC's Microwave Committee, une sous-section dédiée à la recherche sur les micro-ondes.

Le 28 août 1940, Henry Tizard prend contact avec Vannevar Bush. Ce dernier ouvre aussitôt les portes du NDRC au scientifique britannique. Tizard expose le fonctionnement de la Chain Home de radars, qui au même moment en Angleterre contribue à mettre en échec la Luftwaffe. Tizard dévoile également l'un des dons gracieux offert par la recherche opérationnelle britannique, l'*Identification, Friend or Foe* (IFF). Développé à Bawdsey Manor, ce système permet d'identifier les avions amis en émettant sur des fréquences convenues – et à défaut de repérer des appareils inconnus ou hostiles. Très impressionnée, l'armée américaine invite en retour Tizard dans le très secret Fort Monmouth, New Jersey, l'un des centres nerveux des transmissions militaires, et lui offre le privilège inédit de découvrir l'ultraconfidentiel SCR-268, son premier radar opérationnel. Bien que n'émettant pas de micro-ondes, le SCR-268 intègre un système de conduite de tir, semblable voire supérieur aux appareils développés au même moment par le *Blackett's Circus*. Tizard réalise aussitôt l'avancée technologique impressionnante des ingénieurs et scientifiques américains, autrement plus importante que la croyance générale à Londres. Ce premier échange IFF/SCR-268 constitue une victoire personnelle pour Tizard, ouvrant la voie aux liaisons fructueuses entre Américains et Britanniques.

Le 8 septembre 1940, le paquebot *Duchess of Richmond* touche la côte du Nouveau Monde. Il transporte les membres de la mission Tizard, qui viennent d'effectuer la périlleuse traversée de l'Atlantique, à la merci des sous-marins allemands. Les visiteurs veillent jalousement sur leurs valises, contenant les trésors de la science britannique. « La cargaison la plus précieuse ayant jamais touché nos rivages²⁹ », dira plus tard l'un des historiens officiels de la recherche opérationnelle américaine. Tizard retrouve ses camarades à Washington, et distribue les rôles selon les spécialités. John Cockcroft reçoit la supervision des échanges sur le radar. Edward Bowen prend en charge les équipements embarqués et l'aide à la navigation. Les autres membres traitent avec les différentes branches de l'armée américaine, alors que Tizard maintient le contact avec Bush.

La collaboration entre les hommes de Tizard et les Américains obtient rapidement le succès. Passé les appréhensions initiales, la curiosité prend vite le dessus, avec la satisfaction d'obtenir de part et d'autre des retombées de valeurs incalculables. Durant la première semaine, les Britanniques révèlent leurs connaissances sur les armes antichars et antiaériennes, dont ils possèdent une douloureuse expérience opérationnelle avec la campagne de France. Le 40 mm AA Bofors suédois et le *Kerrison Predictor* font sensation ; ils seront rapidement adaptés par la marine et l'armée américaines pour former un équipement standard antiaérien. Les Américains se saisissent également du projet de fusées de proximité qui permet de détoner un obus à portée

immédiate de sa cible, classé top secret au même titre que la bombe atomique³⁰. Les plans du constructeur Whittle sur les moteurs à réaction sont également révélés, formant la base des futurs jets américains. Les mines antiaériennes de Lindemann sont aussi présentées, mais cette fois avec le même insuccès déjà essuyé auprès de l'armée britannique. Henry Tizard garde toutefois en réserve le magnétron à cavités, joyau ultime de sa mission. La décision a été prise de ne le dévoiler qu'au meilleur spécialiste des micro-ondes, et l'homme le plus à même d'en réaliser la production le plus efficacement possible : Alfred Loomis.

Le 19 septembre 1940, une invitation informelle au très chic Wardman Park Hotel de Washington réunit Henry Tizard, John Cockcroft, Edward Bowen, Alfred Loomis et notamment Karl Compton. Loomis présente l'état de la recherche américaine sur les micro-ondes. Les meilleures avancées ont été réussies aux Bell Telephone Labs de Frank Jewett et au MIT de Karl Compton, avec des appareils capables d'émettre sur 40 à 50 centimètres, et de recevoir des ondes sur 10 centimètres. Des performances certes appréciables, mais bien loin du magnétron à cavités développé par John Randall et Harry Boot, avec les améliorations apportées par Maurice Ponte. Bowen profite alors de l'occasion pour exhiber le magnétron à cavités n° 12 produit par Eric Megaw. Le Britannique témoigne par la suite : « Nous présentâmes tranquillement le magnétron, et toutes les personnes présentes furent stupéfaites d'apprendre qu'il pouvait produire une puissance de 10 kW, sur des ondes de 10 centimètres³¹. » Les Américains sont effectivement abasourdis. L'appareil des Britanniques est sans rival : « Nos révélations venaient d'accroître d'un facteur de 1 000 la puissance des techniciens américains³² », écrira Cockcroft. Alfred Loomis se remet vite de sa surprise, et, surexcité, échaufade immédiatement des plans de production avec toute son énergie habituelle.

Henry Tizard avait vu juste. Loomis était certainement le meilleur homme pour recevoir la confiance du magnétron à cavités. « En 1940, il joua un rôle décisif dans la conversion du radar américain aux micro-ondes³³ », écrit Edward Bowen dans ses Mémoires. Avec l'obtention des micro-ondes, l'efficacité du radar embarqué sur avion va s'avérer mortelle à brève échéance pour les sous-marins allemands. Ce 19 septembre 1940, les Britanniques viennent de s'offrir une bouffée d'air inestimable, si toutefois la RAF tient bon en Angleterre face aux assauts de la Luftwaffe.

L'arsenal de la démocratie

En septembre 1940, l'avenir du Royaume-Uni se joue à la fois dans les airs au-dessus de l'Angleterre, et également aux États-Unis. Le 28 septembre, John Cockcroft et Edward Bowen se rendent au Loomis Laboratory à Tuxedo Park, New York, où le milliardaire américain s'est fait construire la *Glass*

House, une gigantesque maison disposant de l'air conditionné, luxe rarissime à cette époque. Ils sont en revanche bien moins impressionnés par le radar Doppler fièrement exhibé par les chercheurs de Loomis, capable de détecter un appareil à seulement 2 kilomètres – contre plus de 200 kilomètres pour les Britanniques. « Il n'aurait pas permis de remporter la bataille d'Angleterre³⁴ », note de manière sarcastique Bowen. Lorsque les deux scientifiques présentent leur magnétron, l'effet est de nouveau électrique dans le laboratoire. Ravi, Loomis décide de lancer la production par les Bell Telephone Laboratories de Frank Jewett, membre du NDRC. Toutefois, il reste encore à faire la démonstration de l'engin devant les ingénieurs de Bell, et à obtenir leurs accords. Ce qui n'inquiète nullement Loomis, habitué à toujours tout obtenir.

Henry Tizard ne participe pas à cette nouvelle échéance. Le chef de la mission rencontre une dernière fois Vannevar Bush le 27 septembre à Washington, et établit avec lui les bases d'un échange d'informations scientifiques permanent entre les États-Unis et le Royaume-Uni, qui inclut également le Canada. Il quitte New York le 2 octobre 1940 pour l'Angleterre, mission accomplie, sans connaître toutefois le lancement effectif de la production du magnétron à cavités. Juste avant de partir, Tizard a transmis à John Cockcroft la responsabilité de la mission britannique aux États-Unis³⁵. Le développeur du radar retrouve les affaires de la recherche opérationnelle britannique, qui jusqu'ici ne lui ont guère réussi – et ne vont pas tarder à l'achever.

Peu après le départ de Henry Tizard, Edward Bowen et John Cockcroft se rendent à la maison mère des Bell Telephone à New York. Les Britanniques dévoilent une nouvelle fois le magnétron et ses plans. La production du petit appareil n'a rien de complexe, mais les ingénieurs américains demeurent sceptiques. Il faut d'abord tester l'engin dans les laboratoires Bell dans le New Jersey. Le 6 octobre, Bowen y est présent pour faire la démonstration. Le jeune scientifique est très anxieux ; le magnétron n'a pas fonctionné depuis sa conception deux mois auparavant, à Wembley. Certes, il y a peu de risques d'assister à un échec, mais les enjeux sont gigantesques. Sous les yeux attentifs des ingénieurs de Bell, l'appareil se comporte encore mieux que prévu : il produit 15 kW d'énergie, et émet à 9,8 centimètres. Une nouvelle fois la stupéfaction est américaine, à laquelle se rajoute celle de Bowen lorsque tous découvrent que le Microwave Committee d'Alfred Loomis a déjà ordonné d'en fabriquer trente en cas de réussite aux tests.

Mais dès le 7 octobre, Edward Bowen est de nouveau convoqué au QG de Bell à New York. Surpris par cet appel, Bowen se met immédiatement en route. Alors même que le succès de la veille semblait éclatant, un événement de mauvais augure vient vraisemblablement de se produire. Et effectivement, lorsque le jeune physicien britannique parvient aux bureaux de Bell, les visages sont graves. Sur une table repose le fameux magnétron à cavités n° 12, les plans britanniques de ce dernier, et une photographie aux rayons X réalisée par les ingénieurs américains. Hors, ces deux derniers documents

indiquent deux appareils différents. Stupéfait, Bowen constate effectivement une différence. Si les plans indiquent la présence de six cavités internes, l'image des rayons X en révèle huit. L'atmosphère s'alourdit encore lorsque Bowen avoue sa totale incompréhension. Seul un homme détient la réponse à cette énigme. C'est Eric Megaw, le responsable du GEC à Wembley qui a fabriqué le magnétron. Bowen se propose de câbler en Angleterre, une hypothèse qui se heurte au mur de franchise immédiate réclamée par les responsables de Bell. Heureusement, le téléphone transatlantique existe depuis 1926. Au bout de quelques minutes, Bowen, inquiet, obtient la communication avec Megaw. Si le premier espérait une clarification rapide du second, c'est raté. L'ingénieur irlandais tombe des nues à l'annonce de la découverte. Puis un flash lui revient en mémoire. Deux magnétrons à huit cavités ont effectivement été construits à titre expérimental. Et il s'agissait malencontreusement des magnétrons nos 11 et 12. Une erreur humaine avait conduit à sélectionner ce dernier, qui ne correspond logiquement pas aux plans initiaux. Un oubli sans conséquence, puisque le magnétron à huit cavités fonctionne encore mieux que son prédécesseur à six. La situation est clarifiée³⁶.

Dès le 10 octobre, Alfred Loomis se présente au bureau de Karl Compton au MIT. En un après-midi, les deux hommes décident la création d'un nouveau Radiation Laboratory rattaché au MIT, bientôt connu sous l'abréviation « Rad Lab ». Ce projet s'inspire directement de la recherche opérationnelle britannique, en mobilisant les scientifiques américains depuis leurs universités, afin d'aider directement l'effort de guerre des Britanniques – pour l'instant. Les 12 et 13 octobre, Loomis convoque de nouveau John Cockcroft et Edward Bowen. Toujours médusés par la vitesse américaine, les deux hommes prennent acte de la création du Radiation Laboratory, et de ses trois axes de recherche et développement :

- Projet 1 : radar aérien embarqué décimétrique ;
- Projet 2 : radar de pointage décimétrique pour l'artillerie antiaérienne ;
- Projet 3 : système de navigation à longue distance³⁷.

Tous ces projets donneront naissance à terme aux meilleurs systèmes employés par les Alliés sur terre, sur mer et dans les airs. « La rencontre d'Alfred Loomis et Karl Compton était pour nous un cadeau des dieux³⁸ », dira Bowen. Pour l'heure, en temps normal, l'étude et la production de ces éléments nouveaux exigeraient de longs mois et certainement plusieurs années d'efforts. Ce serait sans compter l'énergie intarissable déployée par Alfred Loomis. Le millionnaire bouscule les ingénieurs de Bell pour lancer la production du magnétron à huit cavités. Il insiste pour que les premiers appareils soient livrés en seulement trente jours. Et pour obtenir le meilleur recruteur de talents au sein du Radiation Laboratory, Loomis vise très haut, en harcelant Ernest Lawrence.

À l'instar de John Cockcroft, Ernest Lawrence (1901-1958) est surtout connu pour son rôle majeur dans la réalisation de la bombe atomique. Issu

d'une famille d'émigrants norvégiens, éminemment brillant, Lawrence obtient son doctorat de physique en 1925 à l'université de Yale, puis devient en 1930 le plus jeune professeur de l'université de Californie à Berkeley, à l'âge de 29 ans. Il est nommé directeur du Radiation Laboratory de Berkeley en 1936 – sans rapport avec le Radiation Laboratory du MIT, encore inexistant. Véritable pépinière de Prix Nobel, le laboratoire de Berkeley se focalise sur la grande invention de Lawrence : le cyclotron, un accélérateur à particules. Déjà mondialement connu à l'orée de la Seconde Guerre mondiale, Ernest Lawrence obtient en 1939 le Prix Nobel de physique pour le développement du cyclotron³⁹.

Déjà engagé avec ses recherches atomiques dans le projet *Manhattan*, Ernest Lawrence résiste quelque temps aux objurgations d'Alfred Loomis. Mais ce dernier parvenant toujours à ses fins, Lawrence finit par accepter de s'impliquer dans les affaires du radar, devenant le véritable directeur des ressources humaines du Radiation Laboratory. Le physicien de Berkeley détourne obligeamment et provisoirement nombre de scientifiques travaillant sur les recherches atomiques. Les meilleurs physiciens américains se retrouvent au Massachusetts Institute of Technology. La plupart sont des futurs grands noms du projet *Manhattan*, dont parmi les plus célèbres :

- Luis Walter Alvarez (1911-1988), docteur de l'université de Chicago en 1936, Prix Nobel de physique en 1968 ;

- Edwin McMillan (1907-1991), docteur de l'université de Californie à Berkeley en 1934, Prix Nobel de chimie en 1951 ;

- Norman Foster Ramsey (1915-2011), docteur de l'université de Columbia en 1940, Prix Nobel de physique en 1989 ;

- Isidor Rabi (1898-1988), docteur de l'université de Columbia en 1926, Prix Nobel de physique en 1944.

Les recrues d'Ernest Lawrence ignorent à peu près tout du radar à leur arrivée au Radiation Laboratory. Mais tous disposent d'un formidable potentiel, selon les mots de Luis Alvarez qui n'a pas encore 30 ans : « Ils connaissaient quelque peu l'électronique du fait de leurs travaux sur les accélérateurs, mais ils étaient surtout les meilleurs, capables de s'adapter à tout⁴⁰. » Par ailleurs, nombre de ces brillants scientifiques sont d'origine juive, tel Isidor Rabi né dans l'ancien Empire austro-hongrois, et possèdent des relations familiales en Europe ; ils sont ainsi particulièrement désireux de contribuer à l'effort de guerre en Europe. Et justement, le 5 novembre 1940, Franklin Roosevelt rentre dans l'histoire en étant réélu pour la troisième fois. Même si les États-Unis restent officiellement neutres, le président américain dispose d'une marge de manœuvre plus importante pour venir en aide aux Britanniques. Le 29 décembre 1940, Roosevelt prononce l'une de ses plus célèbres *Fireside Chats* (« Causeries au coin du feu »), écoutée à la radio par des millions d'Américains :

Depuis Jamestown et Plymouth Rock, notre civilisation américaine n'a jamais connu un tel danger [...]. Les peuples d'Europe luttant pour leur défense ne nous demandent

pas de combattre avec eux. Ils nous demandent du matériel de guerre, des avions, des chars, des canons, des cargos qui leur permettront de se battre pour leur liberté et notre sécurité [...]. Le génie industriel américain, sans égal dans le monde pour résoudre les problèmes de production, est sollicité pour diffuser ses ressources et ses talents au cœur de l'action [...]. Nous devons être le grand arsenal de la démocratie⁴¹.

Franklin Roosevelt marque les esprits – à commencer par Winston Churchill. Utilisant la pirouette (illusoire) de l'Europe comme « première ligne de défense des États-Unis », le président américain libère la voie aux torrents des contrats industriels. Près de 50 000 avions, 130 000 moteurs, 380 bateaux, 9 200 chars et 17 000 canons sont immédiatement commandés pour équiper une première armée de 1,4 million d'hommes⁴². Un simple début pour le renforcement de l'armée américaine, qui comptera 12 millions d'hommes à la fin de la guerre en 1945. Effectivement, rien ni personne dans le monde ne saurait approcher de près ou de loin une telle puissance.

Au Radiation Laboratory, la recherche opérationnelle est immédiatement lancée. Edward Bowen est initialement chargé d'accueillir les nouveaux venus, avec un cours accéléré sur les tactiques militaires et l'interception aérienne. Plus prosaïquement, Alfred Loomis martèle sur un tableau noir les objectifs à atteindre pour le projet numéro 1 du Radiation Laboratory, confié au jeune physicien Edwin McMillan : le radar centimétrique doit fonctionner au 6 janvier 1941, et sa version aérienne le 1^{er} février. Des échéances humainement impossibles à atteindre, même si McMillan s'en approche en signant le radar décimétrique AI 10 le 7 février 1941, équipé du magnétron à cavités de John Randall et Harry Boot. Trop grand pour être embarqué, l'AI 10 doit encore être miniaturisé avec l'aide de Luis Alvarez. C'est chose faite le 10 mars, trois mois après l'inauguration du Radiation Laboratory. Le 27 mars 1941, Edward Bowen, désormais habitué aux vols historiques, prend place avec Edwin McMillan et Luis Alvarez à bord d'un Boeing B-18 doté de l'AI 10. Les trois scientifiques réussissent à détecter bateaux et avions à plus de 3 kilomètres de distance, et, pour la première fois, un sous-marin (américain). Les jours des U-Boote de la Kriegsmarine sont comptés⁴³.

Dans le même temps, en Angleterre, les ingénieurs britanniques ont poursuivi les travaux pionniers de Bowen sur le radar embarqué. Entré en service opérationnel en novembre 1940, l'AI Mk IV équipe le nouveau chasseur lourd *Beaufighter*. Dans les premiers mois de 1941, la RAF réussit à contrer les raids de nuit de la Luftwaffe, qui essuie des pertes de plus en plus alarmantes. Couplé à l'ouverture des hostilités à l'Est, l'AI Mk IV contribue à mettre fin au *Blitz* sur le Royaume-Uni. Ce radar fonctionne toutefois sur ondes métriques, bien moins précises que les micro-ondes ; le radar décimétrique Mk VIII est en cours de développement. Le 28 juin 1941, Edward Bowen est de retour en Angleterre avec l'AI 10 équipé du magnétron à cavités, fruit sacré de la mission Tizard. Il se heurte toutefois à un accueil glacial de la part des ingénieurs britanniques. L'AI 10 vient d'ailleurs, *not invented here* – un syndrome élitiste typiquement anglo-saxon. La

collaboration américano-britannique est encore loin d'être parfaite. Heureusement, le physicien américain Norman Ramsay a également fait le déplacement. Ancien étudiant au Cavendish Laboratory de Cambridge, Ramsay connaît bien Mark Oliphant, l'initiateur des recherches sur le magnétron à cavités. Dépassant les clivages, Ramsay et Oliphant décident d'associer les technologies américaines et britanniques pour créer un nouveau radar décimétrique hautement performant. Norman Ramsay repart aux États-Unis avec les bases du futur radar embarqué SCR-720.

Au Radiation Laboratory du MIT, les travaux se poursuivent pour décliner le radar décimétrique sous toutes les formes utiles pour l'armée. Le projet numéro 2 (un radar de pointage pour l'artillerie antiaérienne) exige beaucoup plus de temps, donnant naissance en avril 1942 au SCR-584. Le radar est couplé à un ordinateur M9 *Director*, pointant lui-même les canons vers leurs cibles, et ouvrant le feu automatiquement. Les artilleurs se contentent d'alimenter les pièces en obus. Entré en service au début de 1944, le SCR-584 livre des performances exceptionnelles en opération. 75 % des V-1 nazis lancés sur Londres sont abattus avant de toucher le sol⁴⁴. Au lieu des 20 000 obus nécessaires pour abattre un avion en 1940, une centaine de projectiles suffisent. Très en avance sur son époque, le SCR-584 symbolise la réussite de la mission Tizard et l'excellence de la coopération scientifique interalliée⁴⁵.

Au printemps 1941, les Américains ont réussi à exploiter le magnétron à cavités des Britanniques, en concevant des radars adaptés à l'aviation (SCR-720), l'artillerie antiaérienne (SCR-584), l'armée de terre (SCR-270) et aussi la marine (ASG). En une seule année, le National Defense Research Committee de Vannevar Bush vient de matérialiser la recherche opérationnelle américaine, en mobilisant les scientifiques dans l'effort de guerre. Toutefois, à sa création en juin 1940, le NDRC ne disposait que de fonds limités, désormais bien incapables de faire face aux dépenses pharaoniques engendrées par la réalisation des projets. Il faut désormais les moyens de ses ambitions. En matière d'audace, Vannevar Bush n'a rien à envier à Alfred Loomis. Quelques demandes pressantes suffisent à convaincre Franklin Roosevelt.

Le 28 juin 1941, le président américain signe l'Executive Order n° 8807, donnant naissance à l'Office of Scientific Research and Development (OSRD). Ce nouvel organisme, supervisé par Vannevar Bush, dispose d'une composante médicale, le Committee on Medical Research (CMR). L'OSRD doit « servir en tant que centre de mobilisation du personnel scientifique et des ressources de la nation [...] pour les besoins de la défense⁴⁶ ». Il dispose par ailleurs du luxe ultime : un accès virtuellement illimité aux fonds du Congrès. L'argent, le nerf de la guerre, n'est plus un problème. Bush, au sommet de sa puissance, n'a de comptes à rendre qu'à Roosevelt. Désormais, rien ne saurait arrêter l'essor de la recherche opérationnelle américaine.

La mort en face

Le 7 décembre 1941, au petit matin, le radar SCR-270 installé à Opana sur l'archipel de Hawaï s'anime. Entré en service depuis quelques semaines, cet appareil est encore peu maîtrisé par ses deux opérateurs. Ces derniers rendent compte d'une manière peu militaire de ce qui apparaît sur l'écran de leur radar : « une effrayante grosse formation » à plus de 200 kilomètres⁴⁷. La nouvelle ne suscite guère d'émotion à Pearl Harbor. En ce dimanche matin, le repos prédomine. Au mieux s'agit-il d'une formation de quelques Boeing B-17 en exercice, au pire d'un vol de mouettes. « Ne prêtez pas attention à cela⁴⁸ », s'entendent répondre les deux servants du radar. Quelques heures plus tard, les volatiles en question, soit 400 avions japonais, ont anéanti une bonne partie de l'US Navy en rade de Pearl Harbor, et tué plus de 2 300 soldats américains.

Les États-Unis viennent brutalement de faire connaissance avec la Seconde Guerre mondiale. Encore en cours de formation et inexpérimentée, l'armée américaine essuie désastres sur désastres dans le Pacifique au printemps 1942, perdant les Philippines. Dans l'Atlantique, le long des côtes américaines, l'heure est aux réjouissances pour les sous-marins allemands. Après le *First Happy Time* contre la Royal Navy britannique en 1941, le moment du *Second Happy Time* est venu contre l'US Navy et la marine marchande, totalement impréparées. Les U-Boote opèrent en vagues peu nombreuses, alimentées par des U-Tanker, de gros sous-marins ravitailleurs de 1 688 tonnes transportant des centaines de tonnes de gasoil, huile, pièces de rechange et vivres. Le massacre est épouvantable. Pour les marins américains, c'est la mort en face : une torpille inévitable, ou les canons des sous-marins allemands braqués sur eux. La première vague envoie par le fond 46 bâtiments, la deuxième 28, la troisième 45, la quatrième 44, la cinquième 24 et la sixième 23. À l'issue d'une nouvelle série de désastres dans les Caraïbes, le *Second Happy Time* se termine en juillet 1942 avec 609 vaisseaux coulés, pour seulement 23 sous-marins perdus. Un total inédit pour la Seconde Guerre mondiale, seulement dépassé durant les heures sombres de la première bataille de l'Atlantique en 1917⁴⁹.

Au début du *Second Happy Time*, le radar décimétrique est encore au cours d'élaboration au Radiation Laboratory. Totalemment démunie, l'US Navy finit par autoriser en mai 1942 la création d'une « Corsair Fleet », une collection improbable de bateaux privés avec pour seul prérequis d'être « capables de prendre la mer par beau temps pour une durée d'au moins quarante-huit heures, à vitesse de croisière⁵⁰ ». Surnommée « Hooligan Fleet », cette formation navale est constituée de civils aussi enthousiastes que néophytes, incluant un certain Ernest Hemingway. L'écrivain arme son yacht d'une mitrailleuse, d'un fusil de chasse et de grenades, et patrouille fièrement dans les eaux paradisiaques de Cuba. Outre le fait de ne pas observer grand-chose et encore moins couler de sous-marins, la « Corsair Fleet » génère

surtout des centaines de rapports erronés, et multiplie les incidents. De manière plus sérieuse, l'US Navy s'est également dotée le 7 février 1942 d'une nouvelle Anti-Submarine Warfare Unit (ASW), dirigée par le capitaine Wilder DuPuy Baker. Officier sous-marinier expérimenté du précédent conflit, Baker décide pour commencer d'effectuer un stage au Royaume-Uni, où la Royal Navy est déjà aux prises avec les U-Boote depuis un an et demi.

À Londres, Wilder Baker observe attentivement les avancées de la recherche opérationnelle britannique. Au début de 1942, la Royal Navy, le Coastal Command, le Fighter Command et le Bomber Command disposent chacun de leur propre cellule de recherche opérationnelle, (*Operational Research* – OR). Cette organisation est en grande partie le résultat d'un mémorandum publié au cours de l'automne 1941 par Patrick Blackett, alors à la tête de l'OR du Coastal Command. Intitulé *Scientists at the Operational Level*, ce document fixe le fondement des OR pour le restant de la guerre. En décembre 1941, Patrick Blackett prend la direction de l'OR de la Royal Navy et laisse sa place au Coastal Command à son protégé, Evan Williams, professeur à l'université d'Aberystwyth. Dans l'attente du radar décimétrique, l'OR de Williams continue à utiliser l'analyse statistique et les ressources de l'ingéniosité humaine.

Suite à l'installation des gigantesques bases sous-marines allemandes à Saint-Nazaire, Lorient, La Rochelle et Bordeaux, Williams observe que les U-Boote transitant par le golfe de Gascogne ont théoriquement plus de chances (30 à 35 %) d'être repérés par les avions britanniques dans cet espace relativement restreint, plutôt qu'en pleine mer. Mais le jour, les sous-marins évoluent sous l'eau pour éviter d'être repérés. Ils peuvent librement naviguer en surface la nuit, puisque si l'ASV Mk II métrique équipant les appareils britanniques est en mesure de les détecter à des dizaines de kilomètres de distance, ce radar est trop imprécis à courte distance et perd le contact en phase d'approche dans les deux derniers kilomètres. La solution vient du *Leigh light*, un très puissant projecteur fixé sous les ailes des appareils, fonctionnant avec le moteur. Allumé au dernier moment lors de la perte de contact de l'ASV Mk II, le *Leigh light* illumine par surprise sa cible, ne lui laissant aucune chance de plonger. Selon les calculs de Williams, une formation de 50 appareils équipés du *Leigh light* est suffisante pour doubler les chances d'intercepter les U-Bootes⁵¹. De fait, les pertes de ces derniers augmentent sensiblement dans le golfe de Gascogne pendant les premiers mois de 1942.

Dans l'équipe d'Evan Williams figure un autre précieux talent, le généticien Cecil Gordon (1906-1960). Son parcours initial ressemble étrangement à celui du biologiste Solly Zuckerman. Issu d'une famille d'origine juive fuyant les persécutions d'Europe de l'Est, Cecil Gordon naît en Afrique du Sud et étudie la génétique à l'université du Cap. Il émigre par la suite en Angleterre et obtient son doctorat à l'University College de Londres en 1935. Enseignant à l'université d'Aberdeen en 1937, Gordon est volontaire

pour servir dans l'OR du Coastal Command en 1942^{s2}. Le généticien est présenté par ses collègues comme combinant « un esprit brillant » et « une personnalité abrasive », voire difficile : « [Gordon] était uniquement destiné au Coastal Command car, comme beaucoup d'autres caractères étranges employés ici, il était admis qu'ils pouvaient être fous, du moment qu'ils obtenaient des résultats^{s3}. »

Des résultats, Cecil Gordon en obtient rapidement. Il découvre que la règle en cours dans la RAF prévoit une disponibilité constante d'appareils de 75 %. En s'inspirant de ses connaissances biologiques sur les cycles de vie, Gordon prend conscience que l'idéal n'est pas d'avoir constamment le plus d'avions possible prêts à prendre l'air, mais plutôt de réaliser des sorties massives lorsque les conditions météorologiques le permettent. Certes, la disponibilité générale des appareils chute, mais le temps de vol effectif est multiplié par deux. La technique dite *Planned flying, planned maintenance* est vite adoptée par le Coastal Command puis toute la RAF. De seulement 4 sous-marins coulés par le Coastal Command en 1941, le total passe à 36 en 1942 puis 84 en 1943^{s4}. Une performance saluée par Patrick Blackett : « Cette réalisation fut d'une grande importance pour rendre disponibles les moyens aériens nécessaires durant la période critique de 1943, lorsque le Coastal Command contribua de manière décisive à la défaite finale des U-Bootes^{s5}. »

Impressionné par l'œuvre de Patrick Blackett dans la constitution des OR, le capitaine Wilder Baker regagne les États-Unis ravagés par les sous-marins allemands en mars 1942. Il rédige un rapport pour ses supérieurs, ne mâchant pas ses mots : « La bataille de l'Atlantique est en train d'être perdue^{s6} », par manque de moyens et de coordination. Le modèle des OR ne s'applique alors pas dans l'armée américaine. Le responsable en est Vannevar Bush, très soucieux de conserver l'indépendance des scientifiques par rapport aux militaires. Le chef de l'OSRD estime que seuls ces derniers profitent de l'apport des scientifiques, sans réciprocité. Dans les faits, le principe de l'OR s'installe progressivement dans l'armée américaine, sans l'accord de Bush. Dès mars 1942, inspiré par l'exemple des Britanniques, Wilder Baker a fait appel à Philip Morse pour rejoindre son ASW. Considéré comme le père de la recherche opérationnelle américaine, Philip Morse (1903-1985) obtient son doctorat de physique en 1929 à l'université de Princeton. En 1941, âgé de 38 ans, il est professeur au MIT de Karl Compton. Il rejoint au début de la guerre la section C-4 anti-sous-marine du NDRC, puis l'ASW de Baker basé à Newport News, en Virginie. Sur le chemin de sa nouvelle affectation, Morse a l'occasion de mesurer l'ampleur de sa tâche :

Au début de mars 1942, j'étais sur le ferry entre Delaware et Newport News. Nous dépassâmes un pétrolier victime d'une attaque de sous-marin, se traînant dans le port avec un orifice de trois mètres dans la coque à hauteur de la proue. Je m'interrogeai sur le fait de savoir qui s'occupait d'analyser la menace cruciale des U-Bootes^{s7}.

Philip Morse aura toute latitude pour réfléchir sur ce danger. Le

professeur de physique est d'abord chargé par Wilder Baker du recrutement. Il se contente de puiser dans son vaste carnet d'adresses des jeunes talents issus de Princeton, du MIT, de Harvard et de Berkeley. L'ASW de Baker s'enrichit de 15 scientifiques à l'été 1942, puis 30 à la fin de l'année et 44 en 1943. Outre des physiciens figurent des mathématiciens, des chimistes, des biologistes et même un architecte. L'ASW évolue bientôt officiellement en un Anti-Submarine Warfare Operations Research Group (ASWORG). Dans le probable souci d'éviter de copier de manière identique sur les Britanniques, la recherche opérationnelle américaine est ainsi désignée *Operations Research*, et non *Operational Research*. Une subtile différence lexicale qui, dans les faits, désigne la même structure de recherche scientifique rattachée à l'armée. Rapidement, chaque branche de l'armée américaine cède à l'appel de l'OR. Le Mine Warfare Operations Research Group (MWORG) est créé à la même époque contre les mines marines, puis en 1943 et 1944 les armées de terre et de l'air font de même dans leurs différentes armes. Au sommet de l'OSRD, Vannevar Bush ne peut arrêter cette marche en avant. Même ses proches le lâchent, comme James Conant, président de l'université de Harvard et désormais président du NDRC : « J'estime que nous pourrions transférer bon nombre de membres du NDRC dans les projets de recherche opérationnelle avec une efficacité accrue dans l'effort de guerre totale⁵⁸. » Placé devant le fait accompli, Bush capitule à la mi-1943. Les scientifiques américains ne sont plus uniquement confinés au NDRC, mais se spécialisent au sein des diverses branches de l'armée américaine.

Pour sa part, l'ASWORG de Philip Morse rattrape rapidement le temps perdu. Parmi ses recrues de choix figure un jeune physicien du MIT, William Shockley. Docteur au MIT en 1936, Shockley travaille en 1942 aux Bell Laboratories sur le radar décimétrique. Morse le nomme directeur de recherche à l'ASWORG au mois de mai. Un an après Evan Williams au Coastal Command, William Shockley s'attaque au problème des charges sous-marines, réglées pour exploser à 20 mètres de profondeur. Le physicien découvre rapidement qu'il s'agit là d'un délai d'explosion bien trop long. Il parvient à peu près aux mêmes conclusions que Williams, préconisant de régler les détonateurs pour exploser à 10 mètres (6 mètres pour Williams). Les résultats ne se font pas attendre : en deux mois, le taux de réussite est multiplié par cinq⁵⁹.

Pour traiter les gigantesques données statistiques issues des rapports de missions, Philip Morse fait preuve d'une ingéniosité novatrice, en utilisant des tabulatrices IBM. Entrées en service depuis peu, ces machines électromécaniques utilisant des cartes perforées permettent de traiter un puissant volume d'informations, réaliser des calculs et imprimer les résultats. Elles sont également utilisées par les décrypteurs américains – et aussi de manière surprenante par les autorités nazies.

Ces méthodes de traitement d'informations modernes ne manquent pas de surprendre au sein de l'armée. Même si la coopération entre civils et

militaires est généralement efficace, ces derniers ne savent souvent guère comment gérer des hommes sans uniforme, qui ne peuvent recevoir d'ordres. Les machines IBM, d'origines civiles, complexes, voire suspectes, rajoutent encore un soupçon de trouble, au grand amusement de Morse :

Ces activités de traitement de données étaient surveillées avec une attention frôlant la paranoïa, une attitude en partie explicable du fait qu'il s'agissait de la première fois que des informations hautement secrètes étaient confiées à des batteries de machines incompréhensibles – qui ne saluaient pas et ne pouvaient pas être abattues⁶⁰.

Ce pénible travail de collecte d'informations et d'analyse se révèle payant. L'équipe de Morse multiplie les conseils pour l'US Navy. Faute de chasseurs ennemis au-dessus de l'Atlantique, les pilotes de bombardiers devraient évoluer beaucoup moins vite, permettant ainsi de se concentrer davantage sur l'observation des sous-marins que sur le pilotage. Par ailleurs, Morse et Shockley répondent à une question lancinante : les bombardiers allemands survolant l'Atlantique possèdent-ils eux aussi un radar ? Les Fock-Wulf 200 *Kondor* de patrouille maritime sont en effet responsables de 30 % des pertes maritimes alliées. S'il s'avérait que les grands appareils évoluaient sans radar, les bateaux alliés pourraient se déplacer davantage la nuit, dans le brouillard ou sous les nuages. Une analyse soigneuse du temps passé en patrouille par les FW-200 conduit à l'évidence : les bombardiers allemands naviguent à l'observation visuelle, et ne possèdent heureusement pas de radars⁶¹. Les navires alliés peuvent tirer profit au mieux de la nuit et des caprices météorologiques.

Au mois de novembre 1942, Philip Morse et William Shockley sont à Londres, auprès de Patrick Blackett, afin d'échanger sur les progrès alliés en matière de lutte anti-sous-marine. Morse connaît bien le conseiller scientifique de la Royal Navy, pour avoir étudié quelque temps dans sa jeunesse à Cambridge. Blackett promène ses visiteurs à travers l'Angleterre, exposant ses derniers travaux. Ce même mois, le physicien britannique doit remettre une analyse statistique sur la taille idéale des convois maritimes. Blackett présente ses résultats lors de la première réunion de l'Anti-U-Boat Warfare Committee fraîchement créé, dont le président n'est autre que Winston Churchill en personne, toujours aussi inquiet par la menace sous-marine. Blackett se fonde sur des données prouvées : les convois comprenant une moyenne de 32 bateaux subissent des pertes de 2,5 %, alors que les convois d'en moyenne 54 bateaux n'accusent que 1,1 % de pertes. Le constat est évident : « Les plus grands convois apparaissent deux fois plus sûrs que les plus petits⁶². » Utilisant à bon escient les travaux de Blackett, la Royal Navy organise peu après régulièrement des convois de 80 navires, réduisant de moitié les pertes. À la fin de l'année 1942, Morse et Shockley repartent pour les États-Unis pour peaufiner les travaux de l'ASWORG.

Au début de 1943, les OR britanniques et américains ont forgé les nouvelles armes de la Royal Navy et de l'US Navy. En parallèle, et de

manière tout aussi précieuse, les décodeurs de Bletchley Park sont venus à bout de l'Enigma navale, permettant de connaître fréquemment la position des sous-marins ennemis. L'heure de la revanche sur les *Happy Times* meurtriers des sous-marins allemands a sonné. Le radar décimétrique est opérationnel. L'ASV Mk III britannique et le DMS-1000 américain développé au Radiation Laboratory émettent les micro-ondes du magnétron à cavités. Le DMS-1000 équipe le nouveau Boeing B-24 Liberator, un puissant quadrimoteur à très long rayon d'action actif depuis les États-Unis, l'Islande, l'Irlande du Nord et notamment les Açores. Aucune zone de l'Atlantique Nord n'est désormais hors de portée des 255 B-24 engagés dans la chasse aux U-Boote. Les équipages peuvent détecter les sous-marins à plusieurs dizaines de kilomètres, et les attaquer de jour ou de nuit avec les projecteurs *Leigh light*.

Au printemps 1943, les bombardiers américains et britanniques passent à l'attaque sur l'Atlantique Nord et le golfe de Gascogne. Le radar décimétrique conduit les assaillants avec une précision mortelle sur les U-Boote, qui n'ont pas le temps de plonger à l'abri. Les sous-mariniers allemands connaissent à leur tour la mort en face, surgie de nulle part. Le plus souvent, ils n'ont aucune échappatoire, et les rares survivants jetés à l'eau ont peu de chances d'être récupérés. Les caméras embarquées des appareils filment la gloire des équipages alliés pour les actualités cinématographiques. Les films s'attardent sur les sous-marins surpris et criblés de balles de mitrailleuses lourdes, ou broyés par les explosions des grenades, aux détonateurs soigneusement calculés par les scientifiques alliés. Dans le golfe de Gascogne, près de la moitié des sous-marins en transit sont repérés et attaqués. Quinze sous-marins sont envoyés par le fond en avril. Au 23 mai, Dönitz tire les conclusions. Depuis le début du mois, 31 sous-marins ont été perdus – pour le même nombre de navires alliés coulés. Les deux tiers de ces pertes ont été réalisées par les avions alliés⁶³. Des ravages tout à fait inédits, et absolument insupportables pour la Kriegsmarine. Dönitz stoppe le massacre, et retire ses U-Boote de l'Atlantique Nord. Parmi les sous-marins détruits figure l'U-Boot 954, avec tout son équipage tué (47 hommes). Son commandant, Peter Dönitz, n'était autre que le fils de l'amiral⁶⁴. Dévasté par ce revers de fortune, Karl Dönitz admet sa défaite : « Nous avons perdu la bataille de l'Atlantique⁶⁵. »

Stupéfiés par ce cauchemar, les Allemands suspectent une nouvelle invention infrarouge, et tentent d'adopter des contre-mesures, naturellement sans effet. Une autre tentative consiste à monter davantage de pièces antiaériennes sur les ponts et de grouper les sous-marins, sans succès.

Winston Churchill peut respirer. Ses pires craintes viennent de se dissiper, ou à défaut de s'atténuer. La gloire revient avant tout aux militaires. Mais sans la recherche opérationnelle menée par des centaines de civils sortis de leurs universités, les bilans auraient sans nul doute été autrement plus meurtriers pour les Alliés. Patrick Blackett, Evan Williams, Cecil Gordon, Edward Bowen, John Cockcroft, John Randall, Harry Boot, Philip Morse, William Shockley, Alfred Loomis : autant de scientifiques, et bien d'autres,

restés dans l'ombre de la guerre, et pourtant décisifs.

III

Passage à l'offensive

« Je m'étais aguerri au concept des victimes, dans notre camp comme dans celui de l'ennemi. La guerre était ainsi faite. »

Solly Zuckerman¹.

Avril 1944. Londres, St James's Square, Norfolk House. Dans les locaux ultrasécurisés du haut-commandement allié, Solly Zuckerman travaille d'arrache-pied sur des calculs sinistres. Pour la seconde fois, il vient d'être victime d'une nouvelle extrapolation litigieuse de son rapport *Hull & Birmingham*, rédigé deux ans plus tôt. Mais cette fois, le primatologue n'entend pas se laisser faire sans réagir. Désormais rompu aux intrigues en haut lieu, Zuckerman se prépare à parer à la menace. Il additionne pour cela fiévreusement des chiffres de victimes, des civils français touchés par les bombardements alliés, afin de démontrer les exagérations de ses adversaires. Trappes : 50 victimes ; Arras : 140 ; Le Mans : 160 ; Mons : 170²... Et ces décomptes possèdent une originalité morbide. Les victimes n'ont pas encore été tuées, ni blessés. Il s'agit de calculs prévisionnels.

Règlements de comptes

Les bombardements aériens stratégiques sur l'Allemagne et l'Europe occupée font partie des images choquantes associées à la Seconde Guerre mondiale. Le spectacle de villes entières anéanties, de cadavres jonchant les ruines est bien connu. Les origines de cette volonté délibérée d'apporter la mort et la destruction au cœur des villes ennemies remontent aux doctrines aériennes prééminentes durant l'entre-deux-guerres. L'objectif était alors

d'éviter à tout prix la réédition des grands massacres statiques de la Première Guerre mondiale, en utilisant le bombardier pour dépasser la ligne de front et atteindre l'adversaire chez lui, afin de détruire son industrie et faire fléchir décisivement le moral de ses civils.

Pourtant, au début de la Seconde Guerre mondiale, les villes allemandes sont épargnées par la RAF, tout comme les villes britanniques par la Luftwaffe. La Grande-Bretagne est pour la première fois bombardée le 9 mai 1940, la réplique suivant de la part du Bomber Command dans la nuit du 11 au 12 mai sur le territoire allemand. Par la suite seules des cibles militaires sont visées dans la Ruhr, telles des raffineries, des usines d'aviation ou des nœuds de communication. Les villes et cibles civiles sont évitées par les belligérants, avec le souhait sous-jacent d'éviter d'être le premier à enclencher l'inévitable cycle de représailles. Cette entente tacite ne saurait toutefois faire long feu. Le 24 août 1940, Londres est bombardée par erreur en pleine bataille d'Angleterre par un équipage allemand égaré. Les dégâts sont insignifiants mais, symboliquement, l'effet est décisif. Winston Churchill ordonne la riposte du Bomber Command dès le lendemain sur Berlin, avec la même onde de choc outre-Rhin. C'est le début de l'embrasement des villes européennes.

Suite au discours au Sportpalast de Berlin d'un dictateur nazi hurlant à la vengeance le 4 septembre 1940, les attaques de représailles allemandes débutent le 7 septembre sur Londres, le *Blitz* s'étalant jusqu'en mai 1941. Les raids de représailles se succèdent de part et d'autre : le 8 novembre 1940 le Bomber Command attaque symboliquement Munich, entraînant en retour le célèbre raid sur Coventry le 14 novembre³. Le 16 décembre l'opération *Rachel* vise Mannheim dans ce qui constitue le premier raid de terreur britannique, s'avérant un échec avec une vingtaine de civils allemands tués. Un Spitfire de la nouvelle PRU (Photographic Reconnaissance Unit) vient photographier l'évidence, c'est-à-dire l'incapacité de la RAF à viser juste. Les équipages britanniques, peu entraînés et ne disposant pas de systèmes de navigation efficaces, ont toutes les peines du monde à repérer leurs cibles, surtout de nuit et par mauvais temps. Le constat est édifiant : seul un équipage sur cinq a effectivement atteint la cible désignée⁴.

Les Britanniques s'entêtent malgré tout. Le Ministry of Economic Warfare (MEW) édifie le plan *Oil*, estimant le pétrole ennemi comme la cible la plus intéressante. Le 28 décembre 1940 un rapport indique l'absence de tout dégât aux 17 grandes raffineries visées (pétrole naturel ou essence synthétique de charbon), mais une directive renouvelle la consigne au Bomber Command le 15 janvier 1941. Le mauvais temps gêne les attaques, avec seulement deux raids en février, et 221 à la fin de mars 1941⁵.

Les priorités changent à nouveau dans une directive du 9 juillet 1941. Les ports de l'Atlantique font leur apparition dans la liste des priorités, et aussi les gares de triage allemandes. La directive cherche à isoler la Ruhr du reste de l'Allemagne et des lignes de front, tout en frappant le moral des travailleurs. Le concept, bien que flou, est cette fois-ci valable pour le Bomber

Command. Le réseau de communication allemand repose sur son système de canaux fluviaux et son réseau ferroviaire, de loin le plus important des deux. Surtout, ces cibles sont très étendues, offrant une petite chance aux bombardiers britanniques de placer quelques bombes au but. Las, le Bomber Command trop faible face à une Luftwaffe trop puissante, des bombardiers technologiquement limités et une liste d'objectifs bien trop vaste rendent caduque toute stratégie efficace. Par ailleurs Churchill se concentre avant tout sur la bataille de l'Atlantique, la plus inquiétante selon lui pour l'instant. Les bases de U-Boote (Saint-Nazaire, Bordeaux, Lorient en France), le port de Brest abritant les navires de ligne de la Kriesgmarine, et les terrains abritant les redoutables Focke-Wulf FW-200 *Kondor* de patrouille maritime doivent être visés⁶.

Le même constat se répète : les cibles désignées sont bien trop réduites pour offrir quelque chance de réussite aux bombardiers britanniques. Par ailleurs, les bases sous-marines sont protégées par de gigantesques bunkers renforcés de plusieurs mètres de béton armé. Engagés dans des missions suicidaires sur des objectifs très bien défendus, les bombardiers ravagent les quartiers portuaires de Brest, Saint-Nazaire et Lorient, provoquant des milliers de victimes françaises. Ironiquement, les civils sont parfois autorisés à trouver refuge au cœur même des cibles visées, les bases sous-marines, rarement touchées et de toute façon résistantes aux bombes. Le maréchal de l'Air Richard Peirse, le peu charismatique commandant en chef du Bomber Command, demande cyniquement le 15 avril 1941 au secrétaire d'État à l'Air Archibald Sinclair s'il convient de « continuer *ad nauseam* de jeter des centaines de tonnes de bombes ou davantage sur les quais et dans les eaux du port de Brest⁷ ».

La réponse à cette question est initiée par Frederick Lindemann. Le conseiller scientifique de Churchill s'intéresse désormais de près au bombardement aérien. Élevé au rang de vicomte par Churchill en juillet 1941, il se fait désormais appeler Lord Cherwell, confirmant ainsi son accession au sommet. Le protégé du Premier ministre confie une étude des performances du Bomber Command aux statisticiens de sa Prime Minister's Statistical Branch (« S-Branch »), dont fait partie son secrétaire David Bensusan-Butt, un économiste. L'équipe de Lindemann établit une étude à partir de 633 photographies prises au cours de 100 raids effectués sur 28 cibles différentes, durant quarante-huit nuits entre juin et juillet 1941. Le « rapport Butt » paraît le 18 août 1941. Ses constats sont édifiants : « Seul un équipage sur trois affirmant avoir survolé sa cible l'a effectivement fait⁸. » Cette proportion peut varier en fonction de l'éloignement des cibles, allant de deux sur trois sur les ports français, mais chutant à un sur dix sur la Ruhr⁹.

Ces révélations abruptes ne surprennent guère les principaux intéressés du Bomber Command, mais informent davantage les moins initiés ; le scandale frappe à tous les niveaux. Le rapport Butt suscite tollés et contestations parmi les chefs du Bomber Command, dont son chef même,

Peirse, persuadé (ou qui se persuade) de causer de graves dommages à l'Allemagne. Plus largement, les militaires sont choqués de voir un civil, obscur économiste, jeter de l'huile sur le feu. Churchill, estimant l'affaire « très sérieuse », livre pour sa part un constat remarquablement éclairé.

Il est très hypothétique de discerner dans le bombardement aérien un futur facteur décisif dans cette guerre. À l'inverse, tout depuis le début de la guerre indique que ses effets physiques et moraux ont été grandement surévalués. La population britannique a été sans l'ombre d'un doute stimulée et renforcée par les attaques lancées contre elle jusqu'à présent. Le mieux que l'on puisse dire est que cela se révélera difficile, et je pense, une nuisance de plus en plus sérieuse¹⁰.

Des propos tout à fait réalistes, face à un péril « nécessitant la plus urgente attention » et « des propositions d'actions ». Pour faire face, le Bomber Command imite le Fighter Command, le Coastal Command et la Royal Navy : il se dote de sa propre section de recherche opérationnelle. Quelques semaines après la publication du rapport Butt, le 1^{er} septembre 1941, la Bomber Command ORS est créée¹¹. À charge pour cette nouvelle OR d'analyser les statistiques et rapports de mission, comprendre les erreurs et proposer des améliorations.

La recherche opérationnelle sur les bombardements aériens se déroule également hors du Bomber Command, menée par Solly Zuckerman et John Bernal. Après avoir étudié les effets des bombes sur les singes londoniens, les deux scientifiques ont fini par laisser tranquilles les malheureux primates en se concentrant sur les cas humains, prodigués en abondance par les bombardements allemands. Un an de travail sur le terrain amène à la publication en novembre 1941 du rapport RC 270, résultat de l'analyse de 310 explosions et de 1 000 victimes¹². Le document met en lumière un constat majeur : la majorité des victimes n'est pas provoquée par l'éclatement des bombes, mais par les conséquences indirectes : effondrements d'immeubles, incendies, fumées, ou encore chutes d'objets. Par ailleurs, les petites bombes de 50 kg font bien plus de dégâts que les gros projectiles de 1 000 kg, en multipliant les points d'impacts et les effets indirects¹³.

Deux mois après le rapport Butt, le rapport RC 270 de Zuckerman et Bernal attire l'attention de Frederick Lindemann, ou plutôt Lord Cherwell selon son appellation désormais officielle. Intéressé par les travaux des deux hommes, le conseiller scientifique de Churchill leur demande de réfléchir sur une nouvelle stratégie d'emploi des bombardiers lourds, pouvant se suffire à elle-même afin d'amener l'Allemagne à capituler, sans même recourir à une invasion terrestre. Zuckerman propose avant tout d'étudier les effets des bombardements allemands sur les villes de Hull et Birmingham, qui ont tenu des bilans détaillés des frappes, et reflètent des caractéristiques types de cibles potentielles, à savoir une cité de manufactures et une cité portuaire. Lindemann accepte ce projet d'étude, attendue pour le début d'année 1942.

Les recherches sur Hull et Birmingham sont effectuées en majeure partie

par l'équipe de l'Oxford Extra Mural Unit (OEMU) de Zuckerman et de Bernal. Le rapport de l'OEMU est publié le 8 avril 1942. Plusieurs enseignements importants en ressortent :

- Le facteur touchant le plus la population est la destruction des résidences (par ailleurs une tonne de bombes tue en moyenne quatre personnes).

- Il n'y a aucune évidence de chute de moral liée à l'intensité des raids expérimentés par Hull ou Birmingham.

- La chute de production est causée essentiellement par des dégâts directs sur les centres de production¹⁴.

Le bombardement des cibles civiles ne semble *in fine* n'avoir que fort peu d'effet, malgré les dégâts spectaculaires engendrés. Ce n'est pourtant pas vraiment ce que souhaiterait entendre Lord Cherwell. Depuis longtemps, ce dernier est un partisan de l'offensive à outrance contre les villes allemandes. Il suit ainsi l'état d'esprit général régnant au ministère de l'Air, comme l'évoquait le 2 avril 1941 une minute adressée à Churchill :

La supériorité aérienne ne peut être atteinte que par la puissance des bombardiers. Seuls les bombardiers peuvent apporter la victoire. Notre mission dans les deux prochaines années est [...] d'élever l'offensive de nos bombardiers sur l'Allemagne jusqu'à un niveau intolérable. Pour obtenir la suprématie aérienne, le développement doit continuer tout au long de l'année 1942. Nous devons atteindre une force de pas moins de 4 000 bombardiers pour le printemps 1943. Si ces milliers d'avions n'étaient pas utilisés, les conséquences politiques pourraient être très graves¹⁵.

Avant même la publication du rapport de Zuckerman et Bernal en avril 1942, Lord Cherwell dispose d'un accès aux premiers résultats. Les deux amis reçoivent le 24 février une lettre de David Bensusan-Butt, leur demandant des explications sur les données qui « ne sont pas entièrement claires » pour son supérieur, Cherwell. Butt ajoute toutefois qu'il ne saurait « anticiper sur les résultats du rapport *Hull & Birmingham*¹⁶ ». Le 26 mars, Cherwell rencontre Zuckerman pour discuter des notions de destructions d'habitations et de *Dehousing* : il s'agit littéralement, pour les civils, de se retrouver à la rue suite à la démolition de leur résidence. Quelques notes sont conservées sur ces échanges par la S-Branch :

« Démolie » signifiait qu'une habitation était détruite ou si sévèrement touchée qu'elle devait être rasée, ou du moins ne permettait pas d'y vivre sans des réparations à grande échelle. Seule une petite proportion – pas plus de 10 % – des habitants de cette dernière catégorie était prête à faire face aux dangers et à l'inconfort de continuer à y vivre¹⁷.

Le 30 mars 1942, Solly Zuckerman découvre brutalement la signification de cette conversation. Avant même la publication du rapport *Hull & Birmingham*, et contrairement au dire de Bensusan-Butt, Lord Cherwell adresse à Churchill une minute, connue sous le nom de *Dehousing Paper*. Reprenant à l'avance certaines conclusions tronquées du rapport *Hull & Birmingham*, ce document se révèle le futur bréviaire du bombardement

stratégique sur l'Allemagne :

Le document suivant semble une méthode simple pour estimer ce que nous pourrions obtenir en bombardant l'Allemagne.

Des analyses minutieuses sur les effets des raids aériens sur Hull et Birmingham et d'autres villes ont montré qu'en moyenne, une tonne de bombes larguée sur une zone bâtie anéantit entre 20 et 40 bâtiments et prive de logement entre 100 et 200 personnes.

Nous savons par expérience qu'il est possible de compter sur quatorze sorties opérationnelles pour chaque bombardier produit. La charge moyenne des bombardiers que nous allons produire sur les quinze prochains mois sera d'environ trois tonnes. Il en résulte que chacun de ces bombardiers sera capable au cours de sa durée de vie de larguer 40 tonnes de bombes. Si celles-ci sont déversées sur des zones bâties, elles rendront de 4 000 à 8 000 personnes sans abri.

En 1938, plus de vingt-deux millions d'Allemands vivaient dans 58 villes de plus de 100 000 habitants, qui, avec un équipement moderne, devraient être faciles à localiser et à cibler. Nos prévisions de production pour les bombardiers lourds entre aujourd'hui et le milieu de 1943 sont d'environ 10 000. Même si la moitié du chargement total de 10 000 bombardiers était larguée sur les zones bâties de ces 58 villes allemandes, la grande majorité de leurs habitants (environ le tiers de la population allemande) se retrouverait sans abri.

L'enquête semble démontrer que le fait d'avoir son habitation détruite est très impactant sur le moral. L'importance semble même être plus élevée que de voir ses amis ou sa famille tués. À Hull des signes de tension furent évidents, même si seulement un dixième des maisons ont été détruites. Selon les chiffres ci-dessus, nous devrions être en mesure de produire dix fois plus de dégâts dans chacune des 58 principales villes allemandes. Il semble peu douteux que tout ceci conduirait à briser le moral des habitants.

[...] Par ailleurs il n'a pas été tenu compte de la vaste promesse de production américaine (6 000 bombardiers lourds sur la période en question). Ni des évitables dégâts produits sur les usines, les nœuds de communication, etc., dans ces villes, ou des dégâts produits par le feu, probablement accentués par l'effondrement des services publics¹⁸.

Solly Zuckerman et John Bernal tombent de haut. Le *Dehousing Paper* reprend en particulier les discussions évoquées avec Zuckerman quelques jours plus tôt, tout en extrapolant sur l'effet réel de la destruction des habitations. Surtout, le document va à l'encontre du rapport *Hull & Birmingham*, soulignant l'absence de conséquences sérieuses sur le moral des civils. Pour les tenants de l'aviation, le rapport de Cherwell tombe à point nommé. Le chef de l'état-major de la RAF Charles Portal et Archibald Sinclair se saisissent de l'occasion pour redorer le blason des bombardiers lourds, sévèrement écorné depuis le rapport Butt. Considérant le *Dehousing Paper* comme « simple, clair et convaincant », dans une lettre à Churchill du 6 avril 1942 les deux hommes estiment que « le degré de destruction suggéré par Lord Cherwell est possible et peut dans les faits être atteint »¹⁹.

Tel n'est toutefois pas l'avis de plusieurs scientifiques. Cherwell doit faire face à une nouvelle fronde contre lui. Son vieil ennemi, Henry Tizard, monte à l'assaut. Depuis le succès de sa mission aux États-Unis, Tizard est désormais conseiller scientifique au Ministry of Aircraft Production. Il

possède ainsi une bonne idée du potentiel industriel de l'aéronautique britannique, et le fait savoir à Cherwell le 15 avril 1942 : « Je crains que la manière dont vous interprétez les faits tels qu'ils vous apparaissent ne soit extrêmement trompeuse, et pourrait conduire à des décisions totalement fausses, avec par conséquent des effets désastreux sur la guerre²⁰. » Cherwell répond le même jour, de manière diplomatique : « Je serais intéressé d'écouter ce que vous estimez faux dans mes simples calculs, qui me semblent tout à fait évidents. J'ignorais que vous eussiez un point de vue différent, et je serais très heureux de parvenir à une entente²¹. » Le 20 avril suivant, Tizard expose plus précisément son avis sur la question :

Je ne suis pas en désaccord avec vous sur le fond, mais sur la question du temps. [...] Je ne discerne aucun effet décisif provoqué par cette vaste campagne de bombardements avant le milieu de 1943. Dans le même temps, nous devons préserver la maîtrise des mers par la Royal Navy, et il me semble difficile de l'obtenir sans le puissant soutien des bombardiers à long rayon d'action²².

Tizard souligne par ailleurs l'impossibilité totale pour l'industrie britannique de parvenir au total extravagant des 10 000 bombardiers lourds en si peu de temps. Dans cette passe d'armes, le scientifique reçoit le renfort d'un de ses plus fervents soutiens, Patrick Blackett. Toujours conseiller scientifique de la Royal Navy, Blackett rappelle que l'étude publiée par Solly Zuckerman et John Bernal se fonde sur l'analyse de villes anglaises, aux densités de population différentes des villes allemandes. De même, si la Luftwaffe opère depuis ses bases en France, la RAF doit effectuer un vol beaucoup plus long et risqué jusqu'en Allemagne. D'après ses calculs, les estimations de Cherwell sont ainsi exagérées de 600 %. Même les effets économiques attendus sur la production industrielle sont pour le moins douteux. Ainsi lors du *Blitz* sur l'Angleterre, la production nationale n'a chuté que de 1 % ; au mois d'avril 1941, les vacances de Pâques ont davantage ralenti les performances industrielles que les bombes allemandes²³. Lord Cherwell rencontre Blackett, et ne conteste pas même les conclusions mathématiques de ce dernier – sans en démordre. « Je n'ai jamais rencontré une telle foi fanatique dans l'efficacité du bombardement²⁴ », commentera par la suite Blackett.

Winston Churchill, peu enthousiaste et lucide sur le potentiel réel du bombardement, n'intervient pas. Pour trancher l'affaire, Charles Portal décide de faire appel à un juge de la Haute Cour, Justice Singleton. Une action pour le moins singulière, Singleton étant peu au fait de l'aviation militaire selon Zuckerman : « Il n'y connaissait rien et n'avait aucune compétence technique²⁵. » Le 16 avril 1942, le juge rend toutefois son verdict : « Si la Russie peut contenir l'Allemagne sur terre, je doute que l'Allemagne supporte douze ou dix-huit mois continus de bombardements intensifs²⁶. » Churchill se laisse convaincre. Sur le terrain des opérations, en Afrique, les troupes ont bien du mal à tenir tête aux troupes de Rommel. En Malaisie, 80 000 soldats

britanniques sont faits prisonniers à Singapour. Pour leur part les Soviétiques subissent durement l'offensive allemande, et ne cessent d'appeler à l'aide. À défaut d'être capable d'ouvrir un second front en Europe, l'offensive du Bomber Command sur l'Allemagne constitue pour Churchill un pis-aller, qui plus est spectaculaire sur le plan médiatique. En outre, depuis le mois de février, le Bomber Command dispose d'un nouveau commandant en chef, enfin un homme charismatique. Le maréchal de l'Air Arthur Harris est un officier expérimenté de la Première Guerre mondiale, excellent administrateur, sans égal pour remonter le moral de ses hommes. Ambitieux, audacieux et aussi ombrageux, Harris ne jure que par l'offensive : « Je ne voyais qu'un moyen pour nous de dominer la situation et de vaincre finalement le Boche : le bombardement aérien²⁷ », déclare-t-il dans ses Mémoires. Il sera le bras armé du *Dehousing Paper*.

Dans le monde impitoyable des conseillers scientifiques britanniques, c'est l'heure des règlements de comptes. Lord Cherwell vient de triompher, une nouvelle fois. Écœuré, Henry Tizard jette une seconde fois l'éponge, cette fois-ci définitivement. Le héros du radar revient à la vie civile. Il obtient sans difficulté la présidence du célèbre Magdalene College de Cambridge jusqu'en 1946 – avec l'aide probable de Lord Cherwell²⁸. Patrick Blackett se retrouve pour sa part isolé, et évincé en mars 1943 de l'Anti-U-Boat Warfare Committee de Churchill, où règne son conseiller Cherwell. Solly Zuckerman vient quant à lui d'expérimenter les conflits d'influences à la tête de l'État. Échaudé par l'épisode, Zuckerman délaisse provisoirement le bombardement pour rejoindre les Opérations combinées de Lord Louis Mountbatten, qui tente d'échafauder des raids de commandos en Europe occupée. Le bombardement stratégique sur l'Allemagne peut se dérouler librement, avec des résultats, comme prévu, très contestables. Lors de la prise de commandement d'Arthur Harris en février 1942, 7 448 aviateurs britanniques ont déjà perdu la vie. Au total, 72 350 hommes de la RAF seront morts en mai 1945²⁹. L'« élite de la jeunesse³⁰ » du Royaume-Uni, note amèrement Patrick Blackett.

L'homme qui vivait ses rêves

Parmi les nouvelles armes mises en lumière par la Seconde Guerre mondiale figure le porte-avions. Apparu en petit nombre durant le précédent conflit, ce nouveau type de vaisseau se développe au cours de l'entre-deux-guerres et s'impose rapidement en maître du combat naval. Ses avions embarqués permettent de démultiplier la portée des flottes, et d'engager le combat hors de portée des canons. Les cuirassés et croiseurs de bataille, ces géants des mers blindés et hérissés de pièces lourdes, paient un lourd tribut sur l'autel de la modernité. Les temps ne sont plus uniquement aux batailles en règle à coups de canons, même si ces types d'engagements spectaculaires se

reproduisent sporadiquement au cours du conflit. Outre les sous-marins, pour les cuirassés la menace vient du ciel, et des avions embarqués. Le spectacle de gigantesques vaisseaux assaillis d'essaims mortels d'appareils se reproduit tout au long de la guerre, avec à chaque fois des milliers de marins engloutis avec leurs navires : le cuirassé *Bismarck* (Kriegsmarine – 27 mai 1941), le cuirassé *Arizona* (US Navy – 7 décembre 1941), les croiseurs de bataille *Prince of Wales* et *Repulse* (Royal Navy – 10 décembre 1941), ou encore le *Yamato* (marine impériale japonaise – 7 avril 1945).

Les porte-avions, si décisifs soient-ils, notamment au cours des gigantesques affrontements dans le Pacifique, sont toutefois loin d'être invulnérables. Équipés d'un armement défensif et d'un blindage très réduits, ils constituent une cible facile pour l'aviation, les vaisseaux de guerre et les sous-marins. Les îles peuvent souvent remédier à ce problème et faire office de porte-avions incouables, comme dans le Pacifique, où la tactique du « saut de puce » vise à s'emparer à chaque fois d'une nouvelle île susceptible d'abriter un terrain d'aviation. En Méditerranée, pour les Britanniques l'île de Malte joue un rôle crucial pour enrayer puis stopper la progression de l'Axe. Dans l'Atlantique Nord, en revanche, les îles font défaut. Une gigantesque zone noire existe en plein centre de l'océan, hors de portée de l'aviation alliée jusqu'au début de 1943. Les sous-marins allemands y font régner leur loi, sanglante, en toute impunité. Pour les Alliés, l'idéal serait de disposer de bateaux insensibles aux torpilles ou aux bombes. Des vaisseaux qui ne pourraient pas couler. Une idée *a priori* irréaliste, si ce n'est divagante, pourtant très sérieusement considérée par les Britanniques pendant plusieurs années, et ardemment supportée par Winston Churchill.

L'initiateur du projet *Habakkuk* n'est pas un scientifique de formation, même si sa manière de penser et d'agir relève en tout point de la recherche opérationnelle. L'homme, Geoffrey Pyke (1893-1948), échappe à toute catégorisation précise. Génie, visionnaire, artiste complet, Pyke est aussi trop en avance sur son temps, ou plutôt jamais sur la même longueur d'onde que ses contemporains. Né dans la confortable classe moyenne supérieure londonienne, Geoffrey Pyke traverse toutefois une enfance traumatisante. Le jeune garçon perd son père malade à 5 ans, ne trouvant aucun réconfort auprès d'une mère se déclarant prête à échanger la vie de ses quatre enfants pour retrouver son mari. Celle-ci commet l'irréparable en inscrivant Pyke au Wellington College de Berkshire, un établissement public fréquenté par de nombreux enfants de militaires. Issu d'une famille de Juifs sépharades pratiquants exilés d'Espagne, le jeune garçon subit durant deux ans l'antisémitisme latent de ses jeunes camarades : « Je n'ai jamais été aussi malheureux, à ce point complètement misérable, que lorsque j'étais enfant à Wellington³¹. »

Traumatisé par cet épisode, Geoffrey Pyke effectue par la suite de manière plus calme de brillantes études de droit à l'Emmanuel College de Cambridge. La Première Guerre mondiale est l'occasion pour le jeune homme

de laisser poindre sa personnalité hors norme. Il décide de partir faire du journalisme en Allemagne, en pleine guerre, bien qu'il ne soit nullement journaliste, ne maîtrise aucunement l'allemand, et qu'aucun espion britannique ne réussisse à rentrer ou sortir d'Allemagne. Parti d'Angleterre le 12 septembre 1914, Pyke réussit audacieusement à se faire passer pour un homme d'affaires américain, et se retrouve à observer les mouvements de troupes ennemies sur la Charlottenburg à Berlin. Finalement découvert, l'apprenti journaliste espion rejoint 4 000 de ses homologues britanniques internés au camp de Ruhleben à quelques kilomètres de la capitale. En ce lieu sordide, Pyke débute son apprentissage autodidacte de la recherche opérationnelle, en cherchant à s'évader du camp – chose inédite à Ruhleben. Le jeune homme observe, analyse, prend note des horaires de relèves des sentinelles, et de leur degré d'ardeur à la tâche :

J'avais étudié les sentinelles, et développé une science absolue de leurs allées et venues. Je pouvais regarder ma montre à tout moment de la journée, et connaître l'exacte position où chaque sentinelle devait se trouver. J'avais calculé des moyennes, et dessiné des graphiques. J'aurais été en mesure de passer un examen sur le sujet, et d'obtenir un plein succès³².

De fait, le 9 juin 1915, Geoffrey Pyke et un camarade d'évasion passent à l'action. Ils s'abritent dans une petite cabane située sur le chemin de ronde, régulièrement inspectée de l'extérieur par les sentinelles. Mais Pyke a choisi l'Allemand le moins zélé, et l'heure optimale de la journée où le coucher du soleil se reflète dans les vitres et aveugle ainsi le gardien. Reste encore à franchir le chemin des barbelés, patrouillé et sous la menace inquisitrice des projecteurs. Là encore, le fugitif a pensé à tout : « Pendant deux mois, j'avais élaboré deux méthodes pour ramper, dont l'une que je dénommais le crabe, qui permettait d'évoluer dans une direction tout en gardant les yeux fixés sur une sentinelle dans une autre direction³³. » La méthode du crabe permet effectivement aux deux hommes de marquer l'histoire du camp de Ruhleben, avec la première évasion réussie sur des dizaines d'échecs. Au début de l'été 1915, Pyke est de retour à Londres. Il a réussi l'exploit de pénétrer en pays hostile – et d'en ressortir. Il câble aussitôt son aventure au *Daily Telegraph*, tout heureux à la fois de publier son premier papier et d'en être le sujet. Reçu par le Premier ministre Herbert Asquith en personne, Pyke est désormais connu en Angleterre, et publie ses aventures en 1916 sous le titre *To Ruhleben – And Back*, un succès salué par la critique également pour sa qualité littéraire et son humour.

Désormais confiant en lui, Geoffrey Pyke trouve une forme d'apaisement en se mariant en 1918 avec Margaret Chubb, une jeune femme éduquée et aimante – tout l'inverse de sa mère. Pour son fils David né trois ans plus tard, Pyke souhaite lui éviter les tourments de son enfance, et crée ainsi de toutes pièces sa propre école, la Malting House School. Dénué d'instruction pédagogique, Pyke imagine pourtant un concept d'apprentissage

social, où les enfants découvrent et apprennent par eux-mêmes. Les élèves sont perçus comme des chercheurs par les enseignants (ou plutôt les « co-investigateurs »), présents pour les encourager et les aider. Des livres, des matériels de dissection, un gramophone, un piano sont à disposition des jeunes élèves, ainsi que des lits pour la sieste. Le jardin, selon les conceptions rousseauistes de Pyke, représente le cœur de l'établissement, ouvert aux expériences scientifiques. Les punitions n'ont pas cours. Pour diriger son école, Pyke recourt à Susan Isaacs, une brillante psychanalyste et pédagogue britannique, dont il tombe amoureux. En 1926, l'école de Pyke est à son apogée, disposant d'une aura internationale prestigieuse. Mais trois ans plus tard, les créances rattrapent la Malting House School, qui ferme ses portes. Pyke perd sa maîtresse Isaacs, partie publier seule les résultats de l'école, et sa femme Chubb, légitimement jalouse. Assigné en justice, Pyke s'effondre nerveusement, souffrant de mélancolie, de paranoïa et d'épuisement mental. Il tente probablement de se suicider le 22 avril 1929, et est placé en maison de repos sur avis médical³⁴. Toujours en avance sur son temps, l'inventeur vient de précéder la crise économique mondiale de quelques mois.

Geoffrey Pyke sait rebondir. Politiquement ancré à gauche, l'autodidacte s'improvise humanitaire pendant la guerre d'Espagne. Il crée la Voluntary Industrial Aid for Spain (VIAS) en 1937. Dans plusieurs usines des cellules de volontaires de la VIAS réparent et modifient les véhicules usagés en ambulances. À la fin de l'année 1938 pas moins de 70 véhicules sont expédiés dans la péninsule Ibérique, accompagnés d'ampoules d'anesthésiants, de matelas pour les réfugiés, de sérums antitétanos et de microscopes. Comme d'habitude, Pyke s'engage à fond et résout problème sur problème. Lorsqu'il apprend que les ambulances ne peuvent pas toujours accéder aux lignes de front, il crée un side-car pour transporter au moins un blessé. Il invente par ailleurs un système pour conserver la nourriture chaude grâce à la chaleur du moteur. Les Républicains rencontrant des problèmes avec leurs trains, il invente une locomotive fonctionnant par pédalage³⁵.

Au début de la Seconde Guerre mondiale, Geoffrey Pyke partage un objectif commun avec Winston Churchill : battre l'Allemagne nazie. Outre cette ambition, les deux hommes possèdent le même attrait pour la Norvège, occupée très partiellement par l'ennemi du fait des zones désertiques enneigées. Pyke pense se servir de la neige, obstacle habituel des armées, pour en faire un allié utilisé par des équipes de commandos britanniques, montées sur des véhicules des neiges de son invention : un tracteur monté sur deux cylindres striés, capables de propulser l'engin. Le but de ces activités serait d'immobiliser et d'attirer des forces ennemies en Norvège, qui feraient défaut sur les autres fronts. Pyke diffuse plusieurs copies de son projet, d'abord rejeté en bloc par Frederick Lindemann : « Je suggère que [Pyke] serait mieux employé en allant ennuyer l'ennemi plutôt que nous, en fournissant à l'espionnage adverse de fausses informations³⁶. »

L'idée de Pyke fait toutefois son chemin jusqu'à son port d'attache

logique : les Opérations combinées (*Combined Operations* – CO) de l’amiral Louis Mountbatten. Chargés par Churchill de « mettre l’Europe à feu et à sang », les commandos de Mountbatten nécessitent sur le terrain des soldats d’élite d’un courage suicidaire, appuyés en Angleterre par des hommes doués d’une imagination sans bornes pour faire face aux défis impossibles des missions. Mountbatten, lui-même doué d’une imagination et d’un optimisme forcenés, définit ses Opérations combinées comme « le seul asile d’aliénés au monde qui soit administré par ses pensionnaires³⁷ ». Geoffrey Pyke, génie visionnaire ou fou complet selon les points de vue, est ainsi accueilli au début de 1942 les bras ouverts par Mountbatten ; il est même nommé directeur des programmes, généreusement rémunéré, obtenant enfin à 50 ans un poste fixe et confortable. Surnommées le « Département des talents sauvages », les CO comptent aussi deux nouvelles recrues, John Bernal et Solly Zuckerman, fraîchement dégoûtés du bombardement stratégique après l’affaire du *Dehousing Paper*³⁸. Pour Zuckerman, attiré par les fortes personnalités, Mountbatten est une révélation. Dans les six hommes remarquables sélectionnés à la fin de sa vie, le primatologue évoque ainsi le flamboyant prince britannique : « Il était la quintessence de l’amiral : grand, séduisant, et irradiant la confiance. Il masquait sa détermination derrière le charme, la finesse, et si nécessaire la ruse³⁹. » Sur Pyke, en revanche, Zuckerman est plus contrasté :

Il n’était pas un scientifique, [...] mais il était immensément imaginatif et courageux, et d’une certaine manière un génie. Mais le génie pratique exige à la fois la précocité et l’intemporel. Pyke semblait précoce, mais ses idées apparaissaient toujours inutilement nouvelles par rapport à leur but défini [...] Pyke était le genre d’homme qui n’aurait jamais rejeté une idée d’emblée, comme par exemple geler les nuages pour en faire des plateformes et y installer des canons antiaériens⁴⁰.

Justement, au cours de l’été 1942, la nouvelle idée de Geoffrey Pyke consiste à geler non pas les nuages mais l’océan, dans un projet en apparence tout aussi délirant. Désormais spécialiste en affaires maritimes, l’inventeur envoie un épais dossier à son protecteur, Louis Mountbatten, en lui conseillant de lire au moins les 33 premières pages. Le chef des OC se montre aussitôt enthousiaste. Avant d’en référer à Churchill, Mountbatten tente une approche indirecte en décrivant le projet de Pyke à Lord Cherwell le 20 octobre 1942 :

L’examen des problèmes liés aux opérations terrestres de débarquement, en particulier au sujet de la neutralisation des défenses côtières, a révélé une toute nouvelle suggestion qui m’apparaît vitale pour des objectifs beaucoup plus larges, en particulier pour contrer la menace sous-marine dans l’Atlantique et sécuriser les lignes d’approvisionnement vers la Russie. Cette suggestion concerne la réalisation de bases aériennes qui seraient intermédiaires entre des bases terrestres et des porte-avions. La méthode proposée est de construire de larges bateaux iceberg, qui en plus d’être incoulables, pourraient être construits sans puiser dans nos ressources en matières premières. [...]

Les dimensions suggérées des bateaux sont de 610 mètres de long, 91 mètres de large, [...] avec une épaisseur comprise entre 9 et 27 mètres. La charge utile serait de plus de

800 000 tonnes, avec des moteurs d'une puissance de plus de 10 000 CV, assurant une vitesse de 10 km/h⁴¹.

Revue par la suite à la hausse, la puissance est estimée à plus de 33 000 CV grâce à 26 moteurs électriques indépendants, assurant une autonomie de 11 260 kilomètres⁴². L'idée de Pyke est ainsi de créer des vaisseaux de tailles pharaoniques constitués principalement de glace. Toutefois, celle-ci est susceptible de fondre et de se disloquer, surtout si les navires sont employés dans l'Atlantique. Pyke a toutefois entendu parler de récentes recherches sur la résistance de la glace grâce à John Bernal, et s'en est ouvert sur son conseil au chimiste Max Perutz (1914-2002). Autrichien d'origine juive, Perutz est l'un des nombreux dons de l'hitlérisme, fuyant avec ses parents les persécutions nazies en 1938. Il était toutefois en lien depuis 1936 avec John Bernal, réalisant son doctorat à l'université de Cambridge, obtenu en 1940. Ce dernier connaît bien les travaux de Perutz, notamment l'étude de la transformation de la neige en glace. Sur l'invitation de Pyke, Perutz réalise des tests secrets à Londres. Un mélange de glace et de 14 % d'une pâte de bois permet d'obtenir des blocs brunâtres d'une extrême solidité. La « pykrete », ainsi baptisée en l'honneur de Geoffrey Pyke, est théoriquement indestructible, et incoulable⁴³.

Dans cette histoire de monstres des mers, Lord Cherwell se montre bien moins enthousiaste que Louis Mountbatten. *Primo*, l'idée n'est pas de lui, un constat à peu près insupportable. *Secundo*, le conseiller scientifique juge l'affaire purement fantaisiste – non sans raison. Il répond à Mountbatten le 5 novembre 1942, à sa manière toujours aussi diplomatique : « J'ai examiné ce projet avec grand intérêt, mais je crains d'estimer que de nombreuses recherches techniques soient nécessaires avant même de considérer la réalisation d'un test à grande échelle⁴⁴. » Il en faut toutefois plus pour décourager Louis Mountbatten. L'amiral ne craint personne. Selon l'écrivain britannique Richard Hough, « Mountbatten jouissait de l'avantage inestimable d'avoir accès à tout le monde ; il parlait d'égal à égal avec George VI et son Premier ministre⁴⁵ ». Quelques jours plus tard, après avoir emprunté un bloc de pykrete au laboratoire de Max Perutz, Mountbatten se rend justement à Chequers, la résidence officielle de Winston Churchill. Le Premier ministre est indisponible, réfléchissant à la guerre dans son bain. « Excellent ! » s'exclame Mountbatten. « Il ne pouvait pas être dans un meilleur endroit⁴⁶ ! » Surgissant impunément dans la salle de bains, l'audacieux amiral déverse dans l'eau ministérielle un bloc de glace et un autre de pykrete, sous le regard stupéfait de Churchill. Le premier élément fond rapidement, mais le deuxième fait face à la température hostile de l'eau. L'auguste baigneur s'enthousiasme aussitôt face au miracle. Toujours friand de gadgets et d'affaires navales, Churchill encourage Mountbatten dans son projet, et le fait savoir dans une minute aux chefs d'état-major de l'armée britannique :

J'attache la plus grande importance à un rapide examen de ces idées, toutes facilités

devant être conférées au chef des Opérations combinées pour les développer. Il me rendra compte chaque semaine de la mise en place de l'organisation et des travaux préliminaires. [...] Les avantages d'une ou de plusieurs îles flottantes sont à ce point éblouissants qu'ils ne sauraient pour l'instant être discutés⁴⁷.

L'idée de Geoffrey Pyke trouve effectivement un plein écho auprès de Churchill. Outre la priorité donnée à la bataille de l'Atlantique, le Premier ministre rêve de reprendre pied en Norvège, après la désastreuse campagne alliée au printemps 1940. Tout comme Hitler, Churchill considère la Scandinavie comme une zone géostratégique cruciale, source de précieux minerais de fer. Des vaisseaux incoulables constituent ainsi une arme parfaite pour reprendre la main dans l'Atlantique Nord. Toujours débordant d'imagination et lecteur assidu de la *Bible*, Churchill baptise le projet « Habakkuk », du nom d'un prophète contemporain du royaume de Juda (VI^e siècle avant J.-C.), huitième des douze petits prophètes inclus dans les livres des prophètes seconds de l'Ancien Testament. Au 1^{er} chapitre, 5^e verset, le prophète Habakkuk, perplexe face aux injustices immanentes au royaume de Juda, reçoit la vision d'un message de Dieu : « Jetez les yeux parmi les nations, regardez et soyez saisis d'étonnement, d'épouvante, car je vais faire à votre époque une œuvre que vous ne croiriez pas, si on la racontait⁴⁸. »

Certes, les incrédules ne manquent pas, même au royaume des Opérations combinées. Le prophète des singes, Solly Zuckerman, juge très vite l'absence de réalisme du projet : « Habakkuk était trop imposant, trop gourmand en acier, et d'une conception trop tardive pour avoir une quelconque influence dans la guerre qui évoluait rapidement⁴⁹. » Moins inspiré en termes de grande stratégie, John Bernal est en revanche un fervent partisan de Pyke : « L'importance du projet *Habakkuk* peut seulement être mesurée par la pleine appréciation de sa position au regard de la stratégie militaire⁵⁰. » Pour sa part, Lord Cherwell est horrifié de l'enthousiasme de son mentor ; il tente de l'en dissuader de façon détournée, sans s'attaquer directement à l'idée de Pyke :

Votre minute au sujet d'*Habakkuk*⁵¹ :

Je pense qu'il s'agit d'une grave erreur de se limiter uniquement à la glace. Il est probable qu'un temps considérable soit nécessaire avant d'être certain que la glace puisse vraiment être utilisée, et je doute même qu'un ingénieur compétent soit en mesure d'entreprendre l'ensemble du projet sans d'abord effectuer un essai à petite échelle⁵².

Une fois n'est pas coutume, Churchill rejette l'avis de son conseiller scientifique, et recadre sèchement le « Prof », comme il le surnomme, en retournant son message avec écrit en rouge : « Prof, j'attends depuis longtemps de disposer d'une île flottante. Jusqu'ici cela n'a jamais fonctionné. Le projet de la glace doit être considéré comme prioritaire. Ne vous y opposez pas⁵³. » Battu, Lord Cherwell fait profil bas. Geoffrey Pyke connaît son apogée. Grâce à l'action énergique de Churchill, le gouvernement canadien s'investit dans le projet *Habakkuk*. Dépêchés dans la province de l'Alberta,

Pyke et Bernal supervisent les premiers travaux tests de construction sur les lacs Louise et Patricia, au début de 1943, dans le plus grand secret ; les ouvriers ne découvriront le but de leurs travaux qu'après la guerre.

Les Américains ont l'occasion de faire connaissance avec *Habakkuk* au cours de la grande conférence interalliée de Québec, du 17 au 24 août 1943. Le 19 août, Winston Churchill doit s'entretenir avec le général George Marshall, chef d'état-major de l'armée américaine et proche conseiller de Roosevelt. Le Premier ministre est lui-même accompagné de son propre conseiller militaire le maréchal Alan Brooke, président du comité des chefs d'état-major britanniques. Brooke tient quotidiennement son journal durant tout le conflit, et ne mâche pas ses mots contre Churchill. « Encore une journée asphyxiante ! » note-t-il ce jour-là. L'une des grandes passions de Churchill est de concevoir des opérations militaires tout à fait invraisemblables, et sans rapport avec les impératifs stratégiques (comme un retour en force en Norvège) – suscitant la lassitude d'Alan Brooke. Lors de cette conférence de Québec, il souhaite à tout prix débarquer sur l'île de Sumatra en Indonésie, afin de disposer d'une base pour bombarder Singapour. Les Américains n'ont pour leur part que faire de ces îles situées loin de leurs centres d'intérêt, les Philippines et le Japon. Juste avant le début des entretiens, Mountbatten demande l'autorisation de parler d'un sujet exotique, *Habakkuk*. Brooke, préoccupé par l'affaire de Sumatra, rugit : « Au diable *Habakkuk* ! Nous sommes sur le point d'avoir les pires difficultés avec nos amis américains, et je n'aurai pas de temps pour votre porte-avions en glace⁵⁴. »

La réunion se déroule effectivement de manière tendue, Churchill campant sur son idée très britannique d'offensive contre Sumatra. L'atmosphère commence à s'envenimer lorsque Brooke invite Marshall à une discussion en comité réduit. Les soixante officiers présents quittent la salle de conférences. Après être laborieusement parvenus à un accord, et au moment de rappeler les officiers d'état-major, Mountbatten surgit avec son audace habituelle, et demande la permission d'exposer son œuvre. George Marshall se rassoit poliment, et observe avec circonspection l'amiral exhiber un bloc de glace et un autre en pykrete. Brooke, qui vient de réussir à tempérer les ardeurs de Churchill, considère avec effroi cette nouvelle excentricité :

Il [Mountbatten] nous informa alors qu'afin de prouver ses dires il avait apporté un revolver avec lui et s'apprêtait à tirer des coups de feu contre les blocs pour vérifier leurs propriétés ! Lorsqu'il sortit un revolver de sa poche nous nous levâmes, et nous déplaçâmes discrètement derrière lui. [...] Il tira et nous fûmes soumis à une pluie de morceaux de glace ! « Voilà », s'exclama Dickies⁵⁵, « c'est justement ce que je voulais vous dire ; maintenant je vais tirer sur le bloc à droite pour vous montrer la différence ». Il tira, et il y eut certainement une différence ; la balle ricocha contre le bloc et bourdonna entre nos jambes telle une abeille furieuse⁵⁶ !

À l'extérieur, les soixante officiers sursautent, encore sous le coup des échanges tumultueux qu'ils venaient de quitter : « Bon sang, ils se tirent

dessus à présent⁵⁷ ! » La démonstration de Mountbatten, qui manque de peu d'assassiner George Marshall et Alan Brooke, convainc toutefois les Américains. Un accord est trouvé : si les expériences pratiques confirment l'intérêt de ces porte-avions géants, le projet deviendra anglo-américain.

À l'inverse, d'autres projets présentés lors de la conférence de Québec sont jugés moins réalistes qu'*Habakkuk*. Affublés de nom de codes étranges, *Mulberry* (« mûre ») et *Pluto* (acronyme de *Pipe-Lines Under The Ocean*), ces inventions vont pourtant figurer parmi les grands exploits techniques de la Seconde Guerre mondiale.

Battus par les flots

En août 1943, les porte-avions géants de glace de Geoffrey Pyke semblent en bonne voie de devenir réalité. Mais un autre projet, plus ou moins similaire par nature, commence à faire de l'ombre à l'inventeur britannique au cours des mois suivants. Le grand débarquement prévu en France au printemps 1944 se heurte à de multiples défis techniques, probablement les plus importants de l'histoire militaire. Parmi ceux-ci figure le ravitaillement des troupes débarquées, en équipements, vivres, munitions et renforts. Tous ces éléments doivent parvenir de manière ininterrompue au plus près de la tête de pont, afin de survenir aux besoins inextinguibles des centaines de milliers de soldats alliés engagés au combat. Pour traiter les gigantesques volumes nécessaires, la libre disposition d'un port en eaux profondes apparaît comme inévitable. Dans le secteur d'invasion prévu, les deux principaux ports sont Le Havre et Cherbourg. Il n'est toutefois pas question d'assaillir l'une ou l'autre de ces infrastructures directement le Jour J. L'expérience meurtrière du raid des Canadiens sur Dieppe le 19 août 1942 l'a clairement démontré : les ports sont des places fortes inexpugnables, défendus de manière experte par l'armée allemande. Dans un mémorandum destiné au comité des chefs d'état-major, l'amiral Mountbatten l'exprime clairement :

L'ennemi est bien conscient que nous pouvons maintenir une vaste force d'invasion uniquement grâce à l'utilisation des ports ; il a donc fortement défendu les ports existants et leurs plages voisines contre des attaques maritimes et terrestres. L'ennemi s'est aussi assuré de pouvoir les rendre inutilisables s'ils venaient à être capturés. Il est ainsi d'une importance vitale que nous soyons en mesure d'improviser des infrastructures portuaires dans un proche futur⁵⁸.

L'idéal serait de disposer de ses propres ports artificiels, en les construisant en Angleterre, puis en les installant au large des plages normandes. Des ports battus par les flots, mais ne coulant pas. Un projet certes fantastique, mais pas plus absurde qu'*Habakkuk*. Winston Churchill constitue le plus fervent avocat de ces ports flottants. Déjà en 1917, le Premier Lord de l'Amirauté imaginait un dispositif similaire pour la désastreuse

campagne des Dardanelles. Le 30 mai 1942, avant même les leçons sanglantes de l'affaire de Dieppe, Churchill adressait un célèbre mémo à Louis Mountbatten sur le principe de jetées flottantes : « Elles doivent flotter et suivre les évolutions des marées. Le problème de l'ancrage doit être surmonté. Tenez-moi informé sur les meilleures solutions obtenues. Ne commencez pas à parler de problèmes. Les difficultés parleront d'elles-mêmes⁵⁹. »

Les obstacles sont en effet légion. Outre les difficultés techniques sans nom pour parvenir à faire flotter de gigantesques cubes de béton, les lieux mêmes de l'ancrage de ces ports artificiels doivent être déterminés de manière sûre, en fonction de la géologie. Seul un scientifique du « Département des talents sauvages » de Mountbatten est sélectionné pour le projet *Mulberry* : John Bernal. Ce dernier n'est pourtant pas plus spécialiste en géologie que son ami Solly Zuckerman, mais il possède un avantage unique : il a passé ses vacances avant guerre à Arromanches-les-Bains. Et la belle petite station balnéaire normande fait partie des objectifs du Jour J, située dans le futur secteur *Gold Beach* des Britanniques. Faute de documentation exhaustive, ces derniers ignorent toutefois assez largement les caractéristiques géographiques précises des lieux.

Si John Bernal est une autorité mondiale en matière de cristallographie aux rayons X, il brille également en tant qu'écrivain et historien des sciences. « Plus que dans tout autre conflit antérieur, les méthodes et réalisations scientifiques ont été employées avec un succès décisif⁶⁰ », écrit-il à propos de la Seconde Guerre mondiale. Pour s'attaquer au défi des ports *Mulberry*, Bernal commence ses recherches là où s'égarent les historiens une bonne partie de leur vie : en bibliothèque. Plus précisément dans la somptueuse British Museum Library, riche en œuvres centenaires. Le scientifique dispose d'un accès privilégié et exceptionnel aux précieux volumes, qui lui permettent, sous le regard horrifié des bibliothécaires, d'aller et venir avec les ouvrages sans même les enregistrer.

À travers ses lectures incluant notamment *Le Roman de Rou*, une chronique en vers de l'histoire de la Normandie sous Guillaume au XI^e siècle, Bernal découvre l'habileté de ce dernier à contourner ses ennemis par la mer à marée basse, en utilisant des récifs et zones de graviers permettant le passage à gué. De manière plus contemporaine, *Les Caractères originaux de l'histoire rurale française* de l'historien français Marc Bloch publiés en 1931 dressent une nette distinction entre la vaste plaine de Caen et le touffu bocage normand débutant à Port-en-Bessin⁶¹. La zone située autour d'Arromanches-les-Bains apparaît à la fois idéale pour installer un port *Mulberry* solidement ancré, et aussi pour permettre par la suite l'exploitation des chars à travers la pleine dénudée de Caen, en évitant les pièges mortels du bocage normand favorisant les défenseurs allemands – auxquels se heurteront effectivement les Américains. Pour obtenir des éléments détaillés sur la petite ville normande, Bernal effectue une demande publique pour obtenir des photographies anodines prises au cours de voyages touristiques sur les côtes françaises, sans

révéler Arromanches comme cible particulière. À partir des milliers d'images collectées, le scientifique est capable d'établir une nette topographie des lieux.

L'ensemble de ce patient travail d'investigations laisse de prime abord sceptiques les officiers d'état-major des Opérations combinées, soucieux d'une confirmation à l'aide de méthodes plus conformes à l'orthodoxie militaire. Les reconnaissances aériennes valident toutefois les travaux de Bernal. De même par la suite, le 31 décembre 1943, une mission extrêmement périlleuse baptisée opération *Bell Push Able* menée par le capitaine Logan Scott-Bowden permet à la fois de relever la déclivité des plages de *Gold Beach* pour calculer les marnages, et de recueillir des échantillons confirmant la dureté des fonds marins⁶².

À la mi-août 1943, les travaux sur *Mulberry* ont atteint une phase relativement avancée, comparable à *Habakkuk*. Les ports *Mulberry* seront constitués de plusieurs éléments distincts dont des voies et des quais flottants suivant les évolutions des marées, et des brise-lames destinés à amoindrir l'effet des vagues. Ce dernier dispositif n'est pas encore arrêté le 13 août, peu avant la conférence de Québec, lorsque Louis Mountbatten rédige un compte rendu pour le comité des chefs d'état-major. Plusieurs méthodes sont envisagées. La première consiste à couler de vieux bateaux, pour obtenir une barrière métallique. Une autre méthode (*Bubble Breakwater*) utilise un pipeline alimenté en air comprimé et percé d'orifices, dont les bulles d'air remontant à la surface perturbent la formation des vagues. Une autre possibilité (*Lilo Breakwater*) consiste à immerger en majeure partie des sacs en toile gonflés à basse pression, brisant ainsi la course des vagues. Ces deux dernières inventions sont toutefois rejetées, trop sensibles aux bombardements ennemis. Les brise-lames seront finalement constitués à la fois de bateaux hors d'âges volontairement coulés, et de monumentaux caissons flottants en béton pesant de 2 000 à 6 000 tonnes, les *Phoenix*, destinés à être remorqués et coulés sur place grâce à leurs valves intégrées⁶³.

John Bernal est invité à faire partie de la délégation britannique pour la conférence de Québec à la fin du mois d'août 1943. Au cours de la traversée de l'Atlantique sur le superbe paquebot *Queen Mary*, Bernal a l'occasion d'évoquer le projet *Mulberry* devant un prestigieux auditoire, comme en témoigne l'une de ses collègues cristallographe, Dorothy Crowfoot Hodgkin, elle aussi présente à bord :

Je l'ai appelé afin d'effectuer une démonstration devant le Premier ministre et les chefs d'état-major à propos de l'idée d'un port artificiel. Nous nous sommes dirigés vers l'une des grandes baignoires où Bernal avait confectionné de petits bateaux en papier. Tout d'abord ces derniers ont été placés à l'extrémité du bain où un officier réalisant des vagues a vite démontré leur tendance à sombrer. Ensuite Bernal a disposé une bouée de natation gonflable autour du bain permettant d'assurer l'absorption des vagues, et les petits vaisseaux en papier ont survécu⁶⁴.

Même si la méthode du *Lilo Breakwater* ainsi démontrée ne sera pas

appliquée, le principe des ports artificiels séduit amplement Churchill. Bien qu'*Habakkuk* soit considéré comme plus réaliste, dans les faits le projet des porte-avions incoulables de Pyke tombe rapidement à l'eau dans les derniers mois de l'année 1943. La bataille de l'Atlantique est en train d'être remportée grâce notamment au radar décimétrique, à l'emploi raisonné des convois selon les directives de Patrick Blackett, et aussi par l'accord signé avec le dictateur portugais António de Oliveira Salazar, autorisant les B-24 américains à utiliser les bases aériennes des Açores. Le « trou de l'Atlantique » ainsi comblé, *Habakkuk* n'a plus guère de raisons d'être. Par ailleurs, en août 1943, Pyke perd son mentor Mountbatten, nommé commandant en chef du lointain théâtre du Sud-Est asiatique. Enfin, John Bernal, bien placé pour juger du réalisme supérieur de *Mulberry*, finit par lâcher Pyke, admettant timidement la clairvoyance primesautière de son ami Solly Zuckerman (« Peut-être que Zuckerman avait raison⁶⁵ »).

En janvier 1944, il n'est plus question du projet *Habakkuk*, après un an d'enthousiasme aux plus hauts niveaux – et des sommes conséquentes dépensées en vain. Geoffrey Pyke tente de rebondir en soumettant un système baptisé *Power-Driven Rivers* pour régler le problème des débarquements sur des îles souvent dépourvues d'infrastructures portuaires. D'énormes pipelines seraient équipés de cylindres propulsés sous pression, chargés de matériels et de troupes. Le dispositif pourrait également s'appliquer dans les montagnes et sur tous les terrains difficiles. Trop élaboré, complexe, coûteux à mettre en place et très vulnérable, le projet de Pyke est cette fois rejeté par Mountbatten et les chefs d'état-major britanniques. Il y aura bien un pipeline sous-marin pour soutenir l'offensive alliée en Europe, mais ce dernier, baptisé *Pluto*, contiendra de manière plus réaliste du carburant pour alimenter la consommation gargantuesque des troupes motorisées.

Au début de 1944, *Mulberry* est désormais au centre des préoccupations des chefs alliés, dont Churchill, qui fidèle à son habitude assomme de questions parfois très techniques les responsables, comme pour le projet avorté de *Lilo Breakwater* : « Quelle pression est atteinte dans les pipelines ? Quels sont leur diamètre et longueur ? À quelle profondeur sont-ils immergés ? Quels sont la taille, le poids et la puissance des compresseurs⁶⁶ ? » Les travaux de construction s'effectuent heureusement très rapidement, et dans les temps impartis. Les deux ports *Mulberry* destinés à prendre place devant *Omaha Beach* (« Mulberry A » – secteur américain) et *Gold Beach* (« Mulberry B » – secteur britannique) comportent, outre les brise-lames, des quais flottants au gré des marées sur la hauteur de solides pylônes d'acier (nom de code *Spud* – « patate ») fichés dans le sol. Ces quais sont reliés aux plages grâce à des chaussées (*Whales* – « baleines ») elles aussi flottantes. Le 5 juin 1944, Winston Churchill est en mesure de saluer l'exploit réalisé, ce qu'il sait tout aussi bien faire :

Je suis heureux d'apprendre que la réalisation de *Mulberry* s'est achevée avec succès dans les délais escomptés. Les dernières nécessités liées aux *Phoenix* ont été réalisées le

23 mai, et le minimum opérationnel pour les *Whales* le jour suivant. En conséquence, l'ensemble de l'équipement est à présent entre les mains de l'Amirauté et disponible, en attente dans les aires d'assemblages. La production de ces équipements nouveaux et complexes, leur remorquage vers les sites d'édification et les aires d'assemblages, se sont révélés une entreprise très impressionnante. Puissent tous les Départements concernés être remerciés pour l'achèvement de l'ouvrage⁶⁷.

Dès le lendemain du débarquement le 7 juin 1944, les travaux d'édification des deux ports *Mulberry* débutent, pour entrer en service à la fin du mois. Hélas, une incroyable malchance s'abat sur les ingénieurs alliés le 19 juin 1944, sous forme d'une des pires tempêtes du siècle. Conçus pour faire face à des vagues modérées, les *Mulberry* encore en travaux sont assaillis par des creux exceptionnels de près de 4 mètres de haut. Le 29 juin, Churchill reçoit un bilan des dégâts occasionnés :

Aucune tentative ne sera effectuée pour réparer le *Mulberry A* selon les plans originaux. Les brise-lames en place seront toutefois renforcés pour prodiguer un abri aux petits vaisseaux. Aucune *Whale* ne sera construite sur le *Mulberry A*.

Le *Mulberry B* sera terminé et renforcé en suivant le mieux possible le plan original, avec l'objectif d'utiliser le port au moins jusqu'au 1^{er} octobre et, si possible, pendant l'hiver⁶⁸.

La tempête provoque ainsi infiniment plus de dégâts que les maigres tentatives allemandes contre les ports artificiels. Le *Mulberry A* d'*Omaha Beach* est cannibalisé au profit du *Mulberry B* de *Gold Beach*, renommé pour l'occasion « Port Winston ». Même si dans les faits les Alliés parviennent à décharger bien plus de volume qu'anticipé en utilisant simplement de grandes barges de débarquement, le Port Winston rend d'appréciables services jusqu'à la mise en service du grand port d'Anvers au début de 1945.

Geoffrey Pyke, pour sa part, sombre rapidement dans l'oubli des chefs britanniques. Une nouvelle fois, après avoir côtoyé la réussite, l'inventeur retombe dans le marasme. Seul son projet initial de véhicule des neiges pour la Norvège finit par aboutir à un résultat concret. Baptisé opération *Plough* et pris en charge par les Américains – qui détestent Pyke, après avoir osé les critiquer à sa manière toute directe –, le projet débouche sur la création d'un petit véhicule chenillé, le M29 *Weasel*, et indirectement sur la naissance de la 1st Special Service Force, un commando d'élite américain et canadien (*The Devil's Brigade*). L'unité est destinée à servir en Norvège, mais les plans chers à Churchill pour reprendre pied en Scandinavie ne sont jamais appliqués ; le pays reste aux mains des nazis jusqu'à la fin de la guerre. La 1st Special Service Force et le M29 *Weasel* servent ainsi ironiquement à peu près partout sauf en Norvège : en Italie, en Belgique, en Allemagne et même dans le Pacifique⁶⁹.

Totalement isolé, Pyke voit son salaire réduit de moitié peu après le Jour J. L'inventeur refuse et ne perçoit plus d'émoluments, mais persiste à venir travailler tous les jours jusqu'à la fin de l'année, avant de se voir refuser

l'entrée par les sentinelles. Au printemps 1945, le génie de l'illusoire travaille gratuitement pour le Ministry of War Transport sur son ancien projet de locomotive propulsée par la force humaine, déjà envisagé lors de la guerre d'Espagne, mais échoue une nouvelle fois à rencontrer le soutien. À cette date, les nuages noirs s'amoncellent sur Geoffrey Pyke. Le MI5 britannique (contre-espionnage) le suit dans les rues de Londres. Au Royaume-Uni, il ne fait pas bon être employé par l'État tout en dissimulant mal ses penchants communistes.

Permis de tuer

Au début de l'année 1943, les aventures guerrières de Solly Zuckerman prennent un nouveau souffle. Après l'affaire mortifiante du *Dehousing Paper* et le stérile *Habakkuk*, le spécialiste des singes est envoyé par Louis Mountbatten sur le théâtre d'opération africain. John Bernal fait initialement partie du voyage, mais repart rapidement à Londres s'associer au projet de Geoffrey Pyke, puis de manière plus réaliste aux ports *Mulberry*. Pour la première fois, Zuckerman évolue seul dans la recherche opérationnelle, sans son fidèle ami. Sa nouvelle mission reprend son axe d'études initial : les effets des bombardements. Nanti d'une petite équipe de militaires, Zuckerman suit l'avancée victorieuse de la 8^e armée du maréchal Bernard Montgomery, qui après la victoire d'El-Alamein poursuit les débris des armées germano-italiennes. Les investigateurs relèvent les dégâts infligés aux véhicules, blindés et canons, et les blessures des prisonniers. Dans le port de Tripoli en Libye, les épaves de bateaux et les bâtiments sont scrupuleusement analysés. Là encore, les relevés correspondent aux analyses effectuées lors du *Blitz* en Angleterre : la projection d'éclats provoque bien plus de dégâts que l'effet de souffle, et les petites bombes lancées en grand nombre font plus de ravages que les grosses bombes isolées⁷⁰.

Le 15 mars 1943, Solly Zuckerman est à Alger, QG du général américain Dwight Eisenhower, commandant en chef du théâtre d'opération nord-africain, et de son adjoint, le maréchal de l'Air britannique Arthur Tedder. Les deux chefs militaires s'apprécient, et se complètent efficacement. Eisenhower est affable, souriant, diplomate et aussi intransigeant si nécessaire ; brillant et excellent organisateur, beaucoup plus réservé, Tedder demeure quelque peu dans l'ombre, s'occupant principalement des affaires aériennes. Zuckerman, habitué à rapidement juger et hiérarchiser ses nouvelles relations, est conquis par le Britannique – l'un des futurs « six hommes hors de l'ordinaire » évoqué à la fin de sa vie : « Sa curiosité d'esprit et ses intérêts ouverts inspiraient un respect immédiat⁷¹. » Tedder est lui aussi agréablement surpris par le scientifique, s'intéressant de près à ses travaux. Il possédera par la suite « une complète confiance dans la connaissance et le jugement de Zuckerman », et estimant comme « un jour de chance lorsqu'il

fut envoyé en Méditerranée, ses services étant d'une valeur incalculable »⁷².

À l'issue d'un passage à Londres pour rédiger son rapport sur ses investigations africaines, Solly Zuckerman est de retour à Alger le 23 mai 1943. La longue campagne d'Afrique du Nord vient de s'achever par l'éviction définitive de l'Axe, un désastre comparable à celui de Stalingrad trois mois plus tôt, avec plus de 300 000 soldats perdus. Le prochain objectif est Pantelleria, une petite île située entre la Tunisie et la Sicile. Depuis plusieurs semaines, les bombardiers britanniques et américains s'acharnent sur les positions défensives italiennes, sans grand effet. Arthur Tedder accueille Solly Zuckerman avec son humour mordant habituel : « Vous êtes en retard. Dites-nous où est le problème⁷³. » Pour la première fois, le scientifique britannique passe ainsi de l'observation passive des conséquences des bombardements à l'anticipation de leurs effets, en étant amené à sélectionner des cibles précises (*Targeting*). Zuckerman recommande d'opérer de manière rationnelle et économique, sans chercher à tout cibler et détruire. Inutile ainsi de s'acharner sur le port et l'aérodrome de l'île, destinés à servir entre les mains alliées. Il convient plutôt de se concentrer sur les batteries défendant ces objectifs, en ciblant leur « aire de vulnérabilité », prenant ainsi en compte les éclats et effets indirects infligés par les bombes. Dans cette optique, et à l'instar des grenades sous-marines, le délai d'explosion des bombes doit être légèrement modifié pour permettre de projeter un maximum de débris. En outre, 50 % de dommages subis sur une batterie peuvent suffire à la rendre hors service ; avec un tiers des batteries neutralisées, la puissance de riposte devrait être considérablement réduite. Par ailleurs, les bombardements devraient être actualisés en temps réel en fonction des résultats observés. Enfin, une équipe d'investigation de terrain (*Ground Survey*) devrait être envoyée immédiatement à terre sitôt les frappes terminées. Du 18 mai au 10 juin, Pantelleria reçoit 2 781 tonnes de bombes⁷⁴.

Cette campagne aérienne ciblée suffit à faire rendre les armes à la garnison italienne sans combattre, déjà démoralisée par la chute de l'Afrique du Nord et son isolement total. Solly Zuckerman et ses hommes sont immédiatement à pied d'œuvre ; sans surprise, les résultats ne correspondent pas forcément aux prévisions. Seules deux batteries ont été neutralisées, mais les effets indirects des bombes ont provoqué quatre fois plus de dégâts. La recherche opérationnelle, prévue pour améliorer les résultats militaires, ne saurait être une science exacte. Les résultats des bombardements sont toutefois suffisamment impressionnants pour attirer l'attention sur leur planificateur. Eisenhower salue le « professeur Zuckerman », tout comme Tedder, reconnaissant en Pantelleria un « laboratoire valable d'expérience⁷⁵ ». Le général en chef américain demande par la suite à son adjoint Tedder s'il ne serait pas possible de « faire quelque chose comme cela sur la Sicile⁷⁶ ».

Solly Zuckerman est moins impliqué dans les opérations aériennes contre la Sicile, un objectif autrement plus conséquent que Pantelleria. La grande île est tenue par 200 000 soldats italiens au moral certes défaillant,

mais aussi par 60 000 Allemands aguerris, incluant des unités d'élite. L'opération *Husky* commencée le 10 juillet 1943 entraîne une rude campagne de deux mois, conduisant toutefois à l'évacuation de l'île par l'Axe à la fin du mois d'août. Dès le 22 juillet, Zuckerman est à Palerme avec son équipe. Un heureux hasard lui permet de faire main basse sur les registres ferroviaires de la gare de Palerme, indiquant une très nette baisse de la disponibilité du matériel roulant suite à un défaut critique de maintenance, entraînant une forte perturbation des mouvements de troupes⁷⁷. Cette découverte originale influe décisivement sur les recherches de Zuckerman, qui s'intéresse désormais de près à l'étude des gares comme cible de référence.

Au mois d'août 1943, Solly Zuckerman est à Oxford et prélève seize chercheurs de son OEMU toujours chargée d'étudier les effets des bombardements en Angleterre. Ces scientifiques ajoutés à l'équipe méditerranéenne constituent une nouvelle unité de recherche opérationnelle, la Bombing Survey Unit (BSU), formellement établie le 26 octobre 1943⁷⁸. Des semaines de recherches de terrain produisent finalement un rapport complet sur les bombardements en Sicile le 28 décembre 1943 :

Les deux facteurs qui ont le plus contribué aux succès stratégiques et tactiques de l'offensive furent la destruction et l'endommagement du matériel roulant et des installations de maintenance. En majeure partie du fait de ces dommages, le système ferroviaire de Sicile et du sud de l'Italie fut pratiquement paralysé à la fin de juillet 1943 – résultat de l'attaque sur seulement six centres ferroviaires, Naples, Foggia, San Giovanni, Reggio, Messina, Palermo.

L'effet stratégique de destruction des moyens de communication ferroviaires ennemis est obtenu de la meilleure façon par des attaques sur de vastes centres ferroviaires, contenant d'importantes installations de réparation et de larges concentrations de locomotives et de matériel roulant. Les cibles secondaires [voies ferrées, entrepôts, hangars de réparation] représentent dans ces centres ferroviaires des cibles très concentrées et également susceptibles d'être atteintes par les bombardements. La haute vulnérabilité du matériel roulant face à un bombardement concentré est en partie explicable par les effets indirects des bombes [propagation d'incendies], qui augmentent fortement les effets directs.

Si la mesure du succès des attaques aériennes sur les communications ferroviaires et routières de l'ennemi est mesurée à l'aune de la destruction de ses moyens de communication, alors l'offensive portée contre les cibles ferroviaires de la Sicile et de l'Italie peut être observée comme un éclatant succès⁷⁹.

Le système ferroviaire comme cible première pour paralyser les mouvements de l'ennemi : c'est la grande conclusion des travaux de Solly Zuckerman en Méditerranée. Cibler les installations de maintenance des locomotives permet de faire chuter le taux de disponibilité du matériel roulant, et oblige ainsi l'adversaire à faire transiter son matériel lourd par la route, de manière chronophage et risquée face aux attaques aériennes. Par ailleurs, les vastes centres ferroviaires constituent des cibles économiques pour les bombardiers alliés, incapables de viser avec grande précision. Enfin, les installations, locomotives et wagons sont très sensibles aux effets indirects des

bombes (éclats, chutes de matériaux, incendies, obstructions...). Zuckerman développe immédiatement l'occasion de mettre en application ces enseignements, cette fois-ci sur la France.

Au début de l'année 1944, le général Dwight Eisenhower est désormais en charge de la grande opération *Overlord*, destinée à prendre pied en Europe et à défaire l'Allemagne nazie. Délaissant le théâtre méditerranéen, Eisenhower s'installe à Londres et conserve auprès de lui son adjoint, Arthur Tedder. Ce dernier, définitivement conquis par Solly Zuckerman, en fait le conseiller scientifique de l'*Allied Expeditionary Air Force* (AEAF), la constituante armée du *Supreme Headquarters, Allied Expeditionary Force* (SHAEF) chargée des opérations aériennes pour *Overlord*. Deux ans après le *Dehousing Paper*, Zuckerman est de retour aux affaires londoniennes. Lord Cherwell est toujours le conseiller scientifique de Winston Churchill, mais les données ont évolué sur l'échiquier stratégique. *Primo*, le Premier ministre britannique n'est plus – et ne l'a jamais été fondamentalement – un partisan acharné du bombardement stratégique. L'offensive du Bomber Command sur l'Europe s'enlise dans une guerre d'usure meurtrière, aussi bien pour les civils que pour les équipages britanniques. Même l'arrivée en force des United States Army Air Forces (USAAF) avec ses raids de jour n'a jamais permis jusqu'ici de faire fléchir le moral des civils allemands, ni de perturber sérieusement la production industrielle de guerre – comme le pressentait Zuckerman. La grande bataille aérienne de Berlin en cours depuis novembre 1943 provoque des hécatombes. Les vastes avenues de la capitale allemande évitent des incendies épouvantables comparables à ceux de Hambourg en juillet précédent, limitant relativement les dégâts au sol. Dans les airs, les bombardiers britanniques sont sévèrement étrillés par une Luftwaffe encore tenace. Au total jusqu'en mars 1944 près de 80 000 tonnes de bombes sont larguées pour 29 459 sorties effectuées ; 1 300 avions sont détruits, soit un taux de perte insupportable de 5,2 % par sortie⁸⁰. *Secundo*, Solly Zuckerman est désormais conseiller scientifique de Tedder et donc d'Eisenhower, ce dernier faisant au moins jeu égal en influence avec Churchill – et dans les faits davantage, avec le soutien passif de Roosevelt à Washington. Zuckerman est parfaitement conscient de ce renversement d'influences : « Je savais qu'Eisenhower et Tedder auraient le dernier mot⁸¹. »

Au début de février 1944, Solly Zuckerman présente son *Transportation Plan*, un projet de bombardement sur l'Europe pour préparer le débarquement de Normandie, principalement sur le nord de la France, et en petite partie sur la Belgique et l'Allemagne du Sud-Ouest. Ce plan reprend les constatations opérées en Sicile :

Les services de renseignements indiquent qu'une large part des forces ennemies qui s'opposeront initialement au débarquement et à la tête de pont se mouvront, à moins d'être empêchées, par rail. Si celles-ci sont forcées d'utiliser la route, le taux de montée en ligne sera ralenti. Cependant, les approvisionnements de l'ennemi se trouvent déjà largement dispersés dans l'aire même de Neptune. Pour ce qui concerne la bataille

initiale, l'ennemi ne sera pas sérieusement dépendant du système ferroviaire, bien que le fait d'en être privé le désavantagerait indiscutablement. Il est en revanche certain que sur une vaste échelle les renforts et approvisionnements en provenance plus lointaine utiliseront principalement le rail, sauf s'ils en sont empêchés. Considérée en termes d'une campagne décisive, plus que d'un assaut initial ou isolé, l'utilisation éventuellement incontestée du réseau ferroviaire ennemi devient un problème d'une importance primordiale⁸².

L'objectif est ainsi de mener une campagne de bombardements aériens pour paralyser le système ferroviaire dans le nord-ouest de l'Europe, en ciblant plus de 70 grandes gares françaises et belges. Biologiste de formation, Zuckerman raisonne par métaphores : « Le but recherché n'est pas de couper les communications dans le sens qu'une artère est coupée⁸³. » L'idée n'est ainsi pas de s'attaquer directement aux « globules rouges » (les locomotives) mais plutôt au « cœur » (la maintenance des locomotives), de manière à rendre l'ensemble des « artères » (système ferroviaire) hors d'état de fonctionner correctement. En ciblant les centres d'entretien des locomotives, la disponibilité de ces dernières chutera, sans pour autant les détruire – elles resserviront aux mains des Alliés. Le système ferroviaire serait ainsi paralysé, sans pour autant empêcher totalement la circulation : « L'ennemi peut être capable de réparer une ou deux lignes secondaires ou tous les centres ferroviaires nécessaires pour ses besoins tactiques immédiats⁸⁴. » Les Allemands ne pourront toutefois utiliser le réseau ferroviaire français de manière opérationnelle pour faire face efficacement à l'attaque alliée. Ils seront ainsi contraints d'utiliser principalement la route, gaspillant du temps et du carburant, usant à l'avance le matériel, le tout sous la menace de l'aviation alliée et de la résistance.

Le général Dwight Eisenhower se montre immédiatement séduit par ce plan. En Méditerranée, les batailles de Sicile et de Salerne en Italie ont laissé de douloureux souvenirs. À peine débarquées, les troupes alliées s'étaient heurtées à de sévères contre-attaques de formations blindées. À Salerne, les Américains avaient manqué d'être rejetés à la mer. Seule l'intervention en catastrophe de l'aviation, conjuguée avec l'artillerie lourde tirant pratiquement à vue sur les chars ennemis, avait permis d'éviter la catastrophe. Pour Eisenhower, la « leçon éclatante de Salerne », doit être retenue. Il convient de « faire intervenir le moindre élément de puissance disponible pour assurer le succès du débarquement en Normandie⁸⁵ ».

Si ingénieux soit-il en apparence, le *Transportation Plan* suscite une spectaculaire levée de boucliers. Solly Zuckerman, un mystérieux scientifique civil débarqué de Sicile – autant dire de la lune – vient de taper du pied dans une vaste fourmilière de réseaux d'influences et de prérogatives jalousement gardées. En quelques semaines, le conseiller scientifique de l'AEAF va passer plus de temps à s'occuper de contrer ses adversaires que d'affiner son plan. Les outragés sont légion :

– Le maréchal de l'Air Arthur Harris et son Bomber Command, engagé

dans sa campagne aérienne privée pour faire capituler l'Allemagne. Il n'écoute que Churchill – qui le laisse faire ; Harris ne saurait supporter l'idée de voir ses bombardiers lourds détournés loin des villes allemandes.

– Le général américain Carl A. Spaatz, commandant en chef de l'USAAF et rival direct d'Arthur Harris, recherchant le même objectif sur l'Allemagne, mais en effectuant des raids de jour à haute altitude. Spaatz est pour les mêmes raisons offusqué par l'audace de Zuckerman.

– Lord Cherwell, auteur du *Dehousing Paper*, avocat « fanatique » du bombardement stratégique, selon les mots de Patrick Blackett, et soutien ardent d'Arthur Harris.

– Winston Churchill, devenu relativement indifférent aux affaires aériennes, mais très inquiet quant aux répercussions morales et politiques sur les civils français.

– Sidney Bufton, directeur des opérations du Bomber Command, chargé du ciblage aérien, horrifié par l'ingérence de Zuckerman – qui ne l'a pas consulté pour l'élaboration du *Transportation Plan*.

– Olivier Lawrence, directeur du département des Objectifs du Ministry of Economic Warfare (Objectives Department of MEW), chargé de trouver les cibles les plus économiques, tout aussi mortifié que Bufton pour les mêmes raisons.

– L'économiste américain Charles Kindleberger, concepteur du plan Marshall, chef de l'Enemy Objectives Unit (EOU), équivalent du MEW, qui partage l'outrage de Bufton et Lawrence.

– Les services de renseignements américains du commandement suprême d'Eisenhower (G-2/SHAEF), infiltrés par l'EOU, partisans acharnés de l'attaque des ponts plutôt que des gares⁸⁶.

Cette liste d'adversaires (non exhaustive) défoule rapidement ses attaques contre le *Transportation Plan*, de façon concertée ou par vagues indépendantes. Après un temps de contestations virulentes, Arthur Harris finit par se ranger au plan. Sous prétexte de contribuer à la réussite d'*Overlord*, le charismatique chef du Bomber Command tire discrètement les marrons du feu : malmenés sur Berlin, ses équipages peuvent temporairement se remonter le moral sur des villes françaises bien moins défendues, avant de repartir à l'assaut. La résistance obstinée de Spaatz, Bufton, Lawrence et Kindleberger se révèle en revanche pénible à vaincre. Réunis dans une coalition opportune, tous ces hommes défendent de pied ferme le « plan Oil », confectionné en quelques jours comme alternative au *Transportation Plan*, qui préconise de cibler les raffineries – bien sûr situées en Allemagne. Par ailleurs, Carl Spaatz méprise ouvertement le chef de l'AEAF, le maréchal de l'Air Trafford Leigh-Mallory – détesté par à peu près tout le monde du fait de son apparence hautaine. Spaatz ne veut pas entendre parler de placer ses bombardiers lourds à disposition de l'AEAF de Leigh-Mallory, qui les réclame pour mener à bien le *Transportation Plan* ; le chef de l'AEAF craint également de voir son rival Harris continuer seul la campagne de bombardements sur l'Allemagne. Même

Eisenhower, un modèle de diplomatie et de calme, finit par perdre patience dans cet imbroglio sans fin, et menace dans un mémorandum le 22 mars 1944 :

La question du commandement aérien a nécessité beaucoup de patience et de négociations. J'ai réalisé, dès mon arrivée, que les Britanniques craignaient fort que l'objectif des Américains ne soit de s'emparer de toute la puissance aérienne britannique et de l'utiliser pour la préparation très ciblée d'*Overlord*. [...] Si une solution satisfaisante n'est pas obtenue, je suis prêt à prendre une décision drastique et informerai les chefs d'état-major combinés qu'à moins que le problème ne se règle immédiatement, je demanderai à être relevé de ce commandement⁸⁷.

Son adjoint Tedder lui emboîte aussitôt le pas : « Vous devez prendre le contrôle des bombardiers, ou il me faudra démissionner⁸⁸. » À Washington, l'affaire du *Transportation Plan* commence à susciter des remous. Le chef d'état-major de l'armée américaine, George Marshall, siffle la fin des chamailleries de ses généraux. Le 27 mars, les chefs d'état-major combinés approuvent officiellement la décision d'Eisenhower :

La mission particulière des forces aériennes stratégiques en préparation d'*Overlord* est :

- a. De réduire le potentiel de l'armée de l'air allemande et particulièrement ses forces de chasse, et de détruire et désorganiser les aménagements en corrélation avec elle.
- b. De détruire et perturber les communications ferroviaires ennemies, particulièrement celles concernant les mouvements vers l'aire d'*Overlord*⁸⁹.

Carl Spaatz n'a plus qu'à obéir aux ordres suprêmes venant de Washington. En guise de consolation, les bombardiers lourds ne sont pas placés sous le commandement direct de l'AEAF de Leigh-Mallory, mais dépendent du SHAEF et d'Arthur Tedder – ce qui revient *de facto* au même. L'adversaire suivant se nomme Winston Churchill. Sortant de sa torpeur, le Premier ministre prend connaissance d'un rapport évaluant les pertes civiles françaises attendues, avec au total 80 000 et 160 000 victimes, dont un quart de tués⁹⁰. L'auteur de ces calculs n'est autre que Sidney Bufton, le directeur des opérations au MEW. Zuckerman découvre rapidement l'absurdité de ces chiffres, directement extrapolés de son propre rapport *Hull & Birmingham* rédigé en 1942. Cette fois-ci, Zuckerman ne laisse pas l'affaire du *Dehousing Paper* se reproduire. Il s'attelle aussitôt à discréditer Sidney Bufton, s'intéressant en parallèle tout à fait par hasard au paramètre des pertes civiles françaises, jamais considéré auparavant. Dans ses Mémoires, Zuckerman évoque cette question avec sa froideur caractéristique :

J'étais vaguement conscient du fait que des préoccupations avaient été exprimées dans plusieurs états-majors à propos des attaques aériennes en France occupée qui provoqueraient des victimes parmi les civils français, que nous nous étions engagés à libérer des Allemands. [...] Je ne peux retrouver aucun papier, s'il existe, qui indiquerait mon implication dans cette question lorsque le plan fut conçu⁹¹.

Le 5 avril 1944 Winston Churchill convoque un « Defence Committee », une réunion des membres du cabinet de guerre pour discuter d'un problème sérieux. Devenus assez rares au fil de la guerre, les Defence Committee sont surnommés *Midnight Follies* (« Folies nocturnes »), en raison de leur convocation tardive par Churchill – qui contrairement à tout le monde s'offre régulièrement une sieste réparatrice l'après-midi. Parmi les conviés figurent Solly Zuckerman, Sidney Bufton, Arthur Tedder, Lord Cherwell et Charles Portal, le chef d'état-major de la RAF. De bonne humeur, le Premier ministre pénètre dans la salle souterraine de sa Defence Map Room, whisky et cigare en main. « Où est le Prof ? » demande-t-il en cherchant des yeux Lord Cherwell, qui prend place près de lui. Churchill commence par lire une note rédigée peu avant par ce dernier, qui pourtant porte l'inscription : « strictement personnel – seulement pour vos yeux ». Cherwell tente de lui prendre le papier des mains, mais Churchill continue, sous le regard amusé de l'assistance :

Le *Transportation Plan* provient, semble-t-il, du Dr Zuckerman – un biologiste de haute réputation – qui s'est rendu en Sicile et Italie et s'est montré très impressionné par les dégâts occasionnés aux centres ferroviaires d'Italie du Sud. Il en est venu à la conclusion que si les infrastructures de maintenance étaient efficacement bombardées et mises hors service pendant plusieurs mois, le trafic ferroviaire serait totalement désorganisé. Il semble avoir convaincu Tedder de la validité de ses thèses⁹².

Charles Portal vole au secours de Zuckerman, déclarant que le biologiste en question « a fait plus que n'importe qui d'autre pour analyser les effets des opérations aériennes⁹³ ». Zuckerman évoque ses travaux du strict point de vue scientifique, fondés sur des relevés précis en Sicile. Churchill parle, lui, de politique, horrifié à l'idée de voir des milliers de civils tués, des « amicaux alliés français, qui brûlent de nous aider quand viendra le jour, et aident nos aviateurs forcés d'atterrir⁹⁴ ». Dans les faits, Churchill pense surtout à l'après-guerre et à la confrontation avec les Soviétiques. L'image de ces derniers dans l'opinion française est alors très haute, eu égard aux impressionnantes victoires de l'Armée rouge sur le front Est. Bombarder les civils pourrait encore aggraver ce constat et causer « une brèche irréversible entre la France, les États-Unis et l'Empire britannique⁹⁵ ». Malgré tout, Churchill consent à laisser faire une partie du plan, sans cibler les grandes gares de la région parisienne situées en zones densément peuplées, telles que Le Bourget.

La bataille est encore loin d'être gagnée. Lord Cherwell désigne à Churchill le seul homme capable de mettre fin au *Transportation Plan* : « Personne à part Eisenhower ne pourrait stopper ce programme⁹⁶. » Une série de réunions et de coups bas émaillent encore le mois d'avril, jusqu'à la réunion d'un nouveau Defence Committee le 3 mai 1944. « Un autre meeting avec le Premier ministre sur les bombardements ferroviaires qui s'est prolongé jusqu'à 01 h 15 du matin⁹⁷ ! ! » note le président du comité des chefs

d'état-major britannique, Alan Brooke. Churchill est toujours aussi opposé au projet de Zuckerman, partiellement en cours de réalisation sur la France depuis le début du mois de mars : « Le *Transportation Plan* salira le prestigieux nom de la Royal Air Force à travers le monde⁹⁸. » Arthur Tedder intervient pour défendre son protégé Zuckerman, de nouveau près d'être écœuré par les luttes intestines. Churchill finit par lâcher du lest, en proposant un marchandage : les bombardements peuvent se poursuivre, mais en ne dépassant pas les 10 000 pertes civiles jusqu'au débarquement. Les plus récentes estimations de Zuckerman tablaient sur environ 6 000 tués et 10 000 blessés graves, une projection suffisamment incertaine pour permettre à Tedder d'accepter le marché. « Winston se range progressivement à la stratégie entendue⁹⁹ », note Brooke dans son journal. Les bombardiers alliés ont reçu un permis de tuer.

Le 23 mai 1944, après une énième tentative de Churchill d'interférer avec le *Transportation Plan* en demandant l'avis du président américain, ce dernier rend son avis :

Je partage pleinement à vos côtés la peine causée par les pertes en vies humaines au sein de la population française, résultat malheureux de notre préparation aérienne pour *Overlord*. Je partage également avec vous la satisfaction de savoir que tout est entrepris afin de réduire les victimes civiles. Aucune éventualité d'aliénation de l'opinion française ne devrait être négligée, sous réserve de ne pas voir régresser notre efficacité contre l'ennemi en ce moment crucial. Si regrettables que soient les pertes civiles consécutives, je ne suis pas prêt à imposer, de cette distance, quelque restriction d'action aux responsables militaires qui de leur avis pourrait préjudicier au succès d'*Overlord* ou provoquer des pertes additionnelles parmi les forces d'invasion alliées¹⁰⁰.

Franklin Roosevelt vient de donner l'aval définitif au *Transportation Plan*. Personne au monde ne saurait contester l'avis du président américain. Au début de 1944, les Britanniques ne sont déjà plus en mesure d'imposer leurs choix stratégiques. Seuls Américains et Soviétiques discutent désormais sur un pied d'égalité. Battu, Churchill obtempère. Sous réserve de quelques gares retirées de la liste, le plan de Zuckerman est appliqué. Le spécialiste des primates triomphe, et obtient sa vengeance sur l'affaire du *Dehousing Paper*. Lord Cherwell connaît, à son tour, l'humiliation de la défaite. Dans ces règlements de comptes typiquement britanniques, le conseiller scientifique de Churchill vient de se heurter à plus habile que lui, nanti de meilleurs protecteurs.

Sur le terrain, les bombardements montent en puissance tout au long du printemps, atteignant leur apogée à la fin du mois de mai. Une douzaine de cibles ont entre-temps été rajoutées dans le sud de la France, pour préparer le débarquement de Provence, initialement prévu en même temps que celui de Normandie. Les bombardements sont de manière générale effectués avec le souci d'éviter au maximum les dégâts, malgré parfois de sévères ratés (Rouen, La Chapelle, Noisy-le-Sec, Trappes, Marseille, Saint-Étienne, Orléans, Tours...). Winston Churchill, quelque peu amer, se plaît régulièrement à

demander des comptes rendus cyniques à Tedder sur son permis de tuer : « Combien de Français avez-vous tués la nuit dernière ? Demeurez-vous dans les limites convenues ? » Tedder, lui-même maître en cynisme, répond à la date du 23 mai en citant des bilans publiés par les autorités de Vichy : « Tués selon l'Axe : 6 062 ; solde créditeur : 3 938¹⁰¹. »

Toutefois, et contrairement aux craintes de Churchill, la complétion du *Transportation Plan* au début du mois de juin 1944 ne provoque aucun renversement d'opinion en défaveur des Alliés, sauf exceptions locales et temporaires. Zuckerman investigue une nouvelle fois sur le terrain français fraîchement libéré, et s'appuie sur les données incomplètes de la Défense passive pour parvenir au bilan de 10 503 tués et blessés graves, correspondant opportunément à la limite fixée par Churchill¹⁰². Un total sous-estimé, qui se situe plus probablement entre 12 000 et 15 000 tués, ainsi qu'au moins 20 000 blessés graves¹⁰³. Quant aux centres de maintenance jugés comme le « cœur » du système ferroviaire, Zuckerman réalise son erreur à l'épreuve du terrain : la cible la plus importante n'est pas le cœur, mais le « cerveau », les gares de triage considérées jusqu'ici comme secondaires.

Prenant acte, le « biologiste » met sur pied un nouveau *Transportation Plan* sur l'Allemagne à l'automne 1944, conduit avec une redoutable efficacité jusqu'au printemps 1945. Surgi de nulle part au début de la guerre, Solly Zuckerman s'est imposé comme l'un des maîtres de la recherche opérationnelle durant la Seconde Guerre mondiale.

IV

Aux origines de la bombe

« Ce conflit fut depuis le début une guerre scientifique, et n'eut de cesse de l'être de plus en plus au fil de sa progression. »

John Bernal¹.

4 juin 1942. Werner Heisenberg regagne son siège, après s'être une nouvelle fois exprimé sur les vertus redoutables de l'uranium 235. Le jeune prodige de la physique allemande, satisfait de sa prestation et habitué à briller en société, attend les réactions. Son auditoire d'industriels et de militaires s'intéresse moins à la fission de l'atome qu'à la manière de l'exploiter concrètement. Le maréchal de l'Air Erhard Milch, responsable de la production aérienne de la Luftwaffe, pose une question le concernant directement : « Quelle serait la taille d'une bombe nécessaire pour réduire une grande ville comme Londres à l'état de ruines ? » Heisenberg représente alors avec ses mains le fruit illustrant son propos : « À peu près aussi grosse qu'un ananas². » Une estimation certes par trop optimiste (la bombe américaine larguée sur Hiroshima pèsait plus de 4 tonnes), mais en revanche Werner Heisenberg prophétise de manière exacte l'année à laquelle les Américains pourraient se doter d'une bombe atomique : 1945. L'objectif, pour l'Allemagne nazie, serait ainsi de parvenir au même résultat avant cette échéance. Encore faudrait-il le vouloir.

La promesse du mal

Depuis le XIX^e siècle, l'Allemagne éclaire de son génie scientifique le monde, brillant notamment en médecine, chimie, biologie et physique. De

1901 jusqu'à l'arrivée des nazis au pouvoir, la grande nation décroche 33 Prix Nobel sur la centaine décernée dans les sciences, loin devant le Royaume-Uni (18) et les USA (6)³. Ce rayonnement international s'appuie sur la Société savante Kaiser-Wilhelm (*Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft*), fondée en janvier 1911 par le dernier empereur germanique Wilhelm II, sur le conseil de Walther Nernst (1864-1941). Directeur du département de physiques expérimentales à l'université de Berlin, Prix Nobel de chimie en 1920, Nernst est l'un des grands maîtres de la physique allemande au début du ^{xx}e siècle, avec Max Planck (1858-1947), Prix Nobel de physique en 1918, l'un des pionniers de la physique quantique qu'il théorise en 1900. Dans ce groupe d'excellence figurent également Albert Einstein (1879-1955), Prix Nobel de physique en 1921, auteur des théories de la relativité restreinte et de la relativité générale, et Max Born (1882-1970), un autre fondateur de la physique quantique et futur Prix Nobel de physique en 1954⁴.

À la fin des années 1920, la société savante dispose d'un puissant réseau d'instituts Kaiser-Wilhelm (*Kaiser-Wilhelm Institut* – KWI) à Berlin et dans toute l'Allemagne, spécialisés en chimie, physique et médecine. Max Planck, Walther Nernst et Albert Einstein dirigent en 1913 le KWI de physique à Berlin. En 1933, le gouvernement nazi place la société Kaiser-Wilhelm sous la double responsabilité du ministère prussien de la Science et du ministère de l'Intérieur du Reich. Cette bicéphalie peu pratique est rationalisée en 1936, les deux entités étant fusionnées au sein du ministère du Reich à l'Éducation (*Reichserziehungsministerium* – REM). Les nazis prennent ainsi le contrôle de toute la vie scientifique du Reich, y compris les universités, et éliminent toute influence prussienne historique⁵.

Dans le prolongement opportun provoqué par l'incendie criminel du Reichstag le 27 février 1933, une nouvelle loi sur le service civil est promulguée le 7 avril. Cette mesure touche tous les salariés avec un passé politique « douteux » et les non-aryens, qui se voient interdits de travailler (les anciens combattants sont provisoirement exemptés, jusqu'aux lois de Nuremberg de 1935). Le monde universitaire allemand subit de plein fouet cette nouvelle privation de liberté. La loi intervenant durant les vacances de printemps, de nombreux universitaires juifs n'apprennent leur révocation qu'à leur retour, ou dans les journaux. Pour l'Allemagne, il s'agit virtuellement d'une catastrophe. Sur le total des 33 scientifiques allemands distingués du Prix Nobel jusqu'à l'arrivée des nazis au pouvoir, un quart est d'origine juive⁶. Dès le début de l'année 1933, l'université allemande subit une véritable hémorragie. L'extermination des Juifs n'étant encore nullement d'actualité, il leur est tout à fait possible de quitter l'Allemagne, une initiative d'ailleurs vivement encouragée par les autorités nazies. Une longue liste d'exilés aux noms plus ou moins prestigieux de la science allemande ampute rapidement les universités d'un quart de leurs chercheurs.

Si l'université de Berlin brille à l'international, sa rivale en physique et mathématiques est Göttingen, qui attire elle aussi les étudiants du monde

entier. Son plus grand physicien est le célèbre Max Born, d'origine juive. Il enseigne la physique théorique depuis douze ans. L'université de Göttingen est dévastée par la nouvelle loi nazie. Sur quatre professeurs de physique, trois sont juifs. Au total, sur les 33 membres des quatre instituts de physique et de mathématique, seulement 11 « aryens » restent à leur place. Toutefois, même ces derniers sont susceptibles d'être concernés en cas de protestation, en étant remplacés par des sympathisants nazis.

Pour ceux qui restent, les travaux continuent. Depuis 1934, plusieurs scientifiques à travers l'Europe s'intéressent de près aux promesses induites par le neutron, fraîchement découvert deux ans plus tôt. Un couple de génies français, Frédéric (1900-1958) et Irène Joliot-Curie (1897-1956) viennent de mettre en lumière le principe de la radioactivité artificielle, susceptible d'être créée par l'humain en utilisant des particules alpha pour bombarder l'atome de l'uranium. Les jeunes conjoints obtiennent aussitôt le Prix Nobel de chimie en 1935 ; Frédéric Joliot-Curie n'est docteur que depuis cinq ans⁷. Il entreprend bientôt de créer à Ivry-sur-Seine un cyclotron – un accélérateur artificiel de particules – qui ne manquera pas d'intéresser les scientifiques allemands en juin 1940.

À Rome, la découverte du couple Joliot-Curie intéresse de près un professeur de physique théorique à l'université La Sapienza, Enrico Fermi (1901-1954). Ancien étudiant auprès de Max Born à Göttingen, Fermi est lui aussi un jeune génie de la physique, docteur à 23 ans et nommé professeur à l'âge de seulement 25 ans. Contrairement aux grands noms de la physique, Fermi est aussi bien à l'aise en physique théorique qu'en physique expérimentale. En 1934, le jeune scientifique estime que de meilleurs résultats pourraient être obtenus non pas avec des particules alpha, mais avec des neutrons. Le neutron étant par définition neutre, celui-ci aurait plus de chances de pénétrer dans un atome chargé positivement, contrairement aux particules alpha elles-mêmes positives⁸.

Selon les deux théories de la relativité formulées entre 1905 et 1916 par Albert Einstein, la séparation de l'atome serait susceptible de produire une gigantesque énergie. Toutefois, le physicien allemand estime l'opération « fantaisiste », déclarant le 28 décembre 1934 que « séparer l'atome serait comme vouloir abattre un oiseau dans le noir, et dans une région pauvre en volatiles⁹ ». Pourtant, un peu plus tôt au mois de mars, Enrico Fermi a bel et bien bombardé des atomes d'uranium avec des neutrons. Il pense avoir obtenu à cette occasion deux nouveaux éléments, les plus lourds de la table périodique, baptisés Hesperium et Ausonia, qui dans les faits se révéleront des mixtures d'éléments chimiques déjà existants. Il ignore en réalité avoir séparé l'atome d'uranium. Son travail lui vaut tout de même le Prix Nobel de physique en 1938. Fermi se rend avec sa femme Laura à Stockholm chercher son prix, mais ne rentre pas en Italie. Cette même année, le gouvernement fasciste de Mussolini vient en effet de s'aligner sur son partenaire nazi de l'Axe, et de promulguer ses lois antisémites. Laura étant d'origine juive, le

couple part s'installer aux États-Unis, où Enrico Fermi est nommé professeur à l'université de Columbia et sera l'un des piliers de la bombe atomique¹⁰.

L'histoire de la fission de l'atome se poursuit en Allemagne, au Kaiser-Wilhelm Institut de Chimie de l'université de Berlin. Depuis 1907, le physicien Otto Hahn (1879-1968) et la chimiste Lise Meitner (1878-1968) travaillent sur les bêta-rayons, les spectres magnétiques et la radioactivité. Tous deux découvrent de nombreux nouveaux éléments chimiques, et s'intéressent à l'expérience d'Enrico Fermi à partir de 1934. Leurs travaux sont près d'aboutir lorsque, en mars 1938, l'*Anschluss* pose un problème insoluble pour Lise Meitner, d'origine autrichienne et juive, au grand désarroi d'Otto Hahn :

Grâce à sa nationalité autrichienne, Lise Meitner n'avait pas été touchée par les lois antisémites de Hitler. Mais au printemps 1938, lorsque l'Autriche devint partie intégrante de l'Allemagne, elle ne se trouvait plus protégée par la citoyenneté d'un autre pays. Elle était « à plus de 50 % non aryenne », ses chances de conserver son poste à l'Institut baissant de jour en jour¹¹.

De fait, Lise Meitner est contrainte de quitter Berlin en toute précipitation le 15 juillet 1938, avec deux valises. Elle se réfugie à Copenhague auprès du célèbre physicien danois Niels Bohr (1885-1962), grand théoricien de la mécanique quantique, Prix Nobel de physique en 1922¹². De tempérament ouvert et généreux, Niels Bohr accueille de nombreux scientifiques allemands d'origine juive dans son Institut de physique théorique à l'université de Copenhague. Lise Meitner suit de loin la poursuite des travaux de son collègue. Désormais assisté du jeune chimiste Fritz Strassmann, Otto Hahn reproduit l'expérience d'Enrico Fermi. Le 21 décembre 1938, les deux hommes bombardent de l'uranium avec des neutrons, et cette fois-ci, contrairement au physicien italien, observent attentivement que « l'atome d'uranium s'est brisé en plusieurs petits éléments¹³ ». L'expérience le confirme avec certitude : Albert Einstein avait tort, il est humainement possible de séparer l'atome. Otto Hahn et Fritz Strassmann publient leur découverte dans la revue allemande *Naturwissenschaften* le 6 janvier 1939, sans toutefois évoquer l'énergie produite par la séparation de l'atome.

Au cours des vacances de Noël 1938, Lise Meitner est en vacances dans la ville suédoise de Kungälv, avec son neveu Otto Frisch (1904-1979), devenu physicien par l'exemple de sa tante. Frisch, pour sa part, n'a pas attendu l'*Anschluss* pour fuir l'Allemagne dès 1933, trouvant refuge au Birkbeck College de Londres, grâce à la politique d'accueil des scientifiques étrangers prônée par Patrick Blackett. Meitner reçoit dans les derniers jours de l'année une lettre de son collègue Otto Hahn, l'informant de sa découverte, et lui demandant d'éventuellement « suggérer une explication sensationnelle¹⁴ ». Malgré son ostracisme forcé, la chimiste autrichienne est en mesure de théoriser la découverte de Hahn et de Strassmann, avec l'aide de son neveu

Frisch. Meitner s'appuie sur le « modèle de la goutte » développé par Niels Bohr en 1936. Le noyau d'un atome ne doit pas être considéré comme une masse solide, mais comme une goutte de liquide capable de bouger, et de se diviser. En cas de division, l'énergie qui soude l'atome serait logiquement libérée, conformément à la célèbre équation d'Albert Einstein : la masse se convertit en énergie ($E = Mc^2$). Otto Frisch baptise cette découverte du nom de « fission », en réutilisant un terme de biologie désignant la division des cellules. Meitner et Frisch publient leurs résultats dans la prestigieuse revue britannique *Nature* le 16 janvier 1939¹⁵.

Le 26 janvier 1939, au cours d'une conférence de l'American Physical Society à Washington, Niels Bohr affirme la possibilité d'utiliser le rare isotope 235 de l'uranium pour créer une réaction en chaîne, et en conséquence une gigantesque explosion. La déclaration est relayée par le *New York Times*, celui-ci évoquant la perspective d'une faible quantité d'uranium comme suffisante pour détruire New York. En France, Frédéric et Irène Joliot-Curie confirment dans la même revue *Nature* le 22 avril 1939 les propos de Lise Meitner et Otto Frisch, en identifiant le nombre de neutrons produits par la fission de l'atome d'uranium : 2,5¹⁶.

Ces découvertes interviennent seulement quelques mois avant le début de la Seconde Guerre mondiale. Un tel potentiel de puissance issue de la fission de l'atome ouvre évidemment la voie à de nouvelles armes terrifiantes. Et l'Allemagne semble idéalement placée dans la course à la bombe qui s'annonce. Dès le 29 avril 1939, le physicien Abraham Esau (1884-1955) convoque une réunion secrète. Professeur de physique technique à l'université de Berlin, Esau est aussi président de l'Institut physico-technique du Reich, et conseiller d'État impliqué auprès de l'armée allemande. Il propose de regrouper l'ensemble des physiciens nucléaires sous l'égide du REM (ministère de l'Éducation du Reich), dans un projet baptisé *Uranverein* (« Union de l'uranium »). Toutefois, fidèlement au monde sans pitié et autodestructeur de l'administration nazie, le projet d'Esau est immédiatement concurrencé puis phagocyté par le « Conseil de physique nucléaire du service central de recherche et de développement sur les armes, les explosifs et les munitions de la Wehrmacht » (*Heereswaffenamt* – HWA), fondé le 15 juin 1939. Son président est le physicien Kurt Diebner (1905-1964), enseignant de l'université de Halle, un ambitieux spécialiste de la physique des explosifs¹⁷.

Parmi les invités de l'HWA figure le grand maître du projet atomique allemand durant la Seconde Guerre mondiale : Werner Heisenberg (1901-1976). Le jeune physicien est déjà célèbre mondialement depuis le début des années 1930. Ancien étudiant de Max Born à l'université de Göttingen, Heisenberg a travaillé avec Niels Bohr à Copenhague sur la naissance de la mécanique quantique, couronnée par son Prix Nobel de physique en 1932. Extrêmement intelligent, Heisenberg est aussi bel homme, charismatique, très à l'aise en société. Heisenberg ne sympathise nullement avec l'idéologie hitlérienne, prenant au contraire la défense d'Einstein, non

sans s'attirer l'hostilité du parti nazi. Dès la parution des résultats d'Otto Hahn, Heisenberg en saisit immédiatement la portée militaire. Il choisit toutefois de rester en Allemagne, résistant à la proposition de son ami Enrico Fermi, ancien camarade de cours à Göttingen dans les années 1920, de le rejoindre aux États-Unis. Il lui répond ainsi : « Je pense que la guerre sera terminée depuis longtemps avant que la première bombe atomique ne soit réalisée¹⁸. » En décembre 1939, Werner Heisenberg remet toutefois à Kurt Diebner un rapport sur la faisabilité de la construction d'un réacteur, préconisant d'enrichir l'U235 et d'utiliser un modérateur utilisant de l'eau lourde, ainsi qu'un réflecteur pour renvoyer les neutrons vers le cœur de la machine et ainsi entretenir la réaction en chaîne¹⁹. Contrairement à ses dires, le jeune physicien semble ainsi vraiment désireux de participer à la recherche atomique. Tout au long du conflit, l'attitude de Werner Heisenberg sera marquée du sceau de l'ambiguïté.

Les progrès de la recherche atomique allemande ne manquent pas de susciter la crainte parmi les futurs ennemis de Hitler. Un scientifique hongrois, peu connu et pourtant décisif dans la réalisation de la bombe atomique américaine, décide d'alerter sur les dangers de la fission de l'atome. Il est absolument persuadé de l'urgence de la situation : entre de mauvaises mains, cette découverte historique n'est rien d'autre que la promesse d'un mal inédit.

La lettre d'Einstein

Au début de l'année 1939, la découverte attestée de la fission nucléaire par les scientifiques allemands semble en théorie augurer le pire pour les Alliés, et de manière générale pour l'humanité. Cependant, dans les faits, rien ne laisse imaginer ce qui attend le Japon dans quelques années. La confection de la bombe atomique pose un nombre colossal de problèmes, virtuellement insurmontables. Il faudrait disposer du meilleur élément fissile connu, l'uranium 235, un isotope extrêmement rare dans la nature contrairement à l'uranium 239, bien moins fissile. Pour l'obtenir de manière artificielle, il conviendrait de séparer les isotopes et ainsi d'enrichir l'uranium. L'une des solutions consisterait à construire des réacteurs capables d'entretenir une réaction en chaîne, tout en ne laissant pas la fission dégénérer de manière incontrôlée et dévastatrice. Pour maîtriser la course folle des neutrons, par ailleurs plus efficaces à vitesse ralentie, l'eau lourde semble au début le modérateur le plus approprié. Cette substance est toutefois elle aussi très difficile à obtenir en grandes quantités. Le plutonium et le neptunium, des éléments chimiques bien plus fissiles que l'uranium et utilisés en 1945 pour construire la seconde bombe atomique, sont encore inconnus en 1939. Pour de nombreux scientifiques, la résolution de toutes ces difficultés semble trop lointaine pour intervenir durant les hostilités. C'est notamment le cas du

prophète de la mécanique quantique, Niels Bohr, pour qui la confection d'une bombe atomique est tout simplement « inconcevable²⁰ ».

Tel n'est pas l'avis de Leó Szilárd (1898-1964). Né à Budapest au sein de l'Empire austro-hongrois, Szilárd est issu d'une famille de la classe moyenne, d'un père ingénieur d'origine juive. Le jeune garçon se révèle très vite intelligent, indépendant, déterminé, voire impétueux. Imaginatif et attiré par la nouveauté, l'écoulier ne cesse d'inventer des nouveaux jeux avec ses camarades, puis au cours de son adolescence il s'intéresse de près à la physique, en plein essor au début du xx^e siècle. Entre 1916 et 1917 Leó Szilárd imite son père et étudie l'ingénierie civile dans la belle université François-Joseph de Budapest, avant d'être rattrapé par la Première Guerre mondiale. Mobilisé dans une école d'officiers de réserve, l'étudiant se distingue par son habileté scientifique à résoudre les problèmes ; il est le seul à pouvoir expliquer comment fonctionne le téléphone. Envoyé au printemps 1918 en instruction au sein d'une unité d'artillerie dans les montagnes du Tyrol autrichien, Szilárd ne brille guère dans l'exercice des armes mais réussit rapidement à attraper la grippe espagnole. Rapatrié à Budapest, il est démobilisé en novembre sans avoir connu le feu, et reprend ses études²¹.

La défaite de la Triplice en 1918 entraîne la fin de l'Empire austro-hongrois. Sur le modèle de la révolution communiste en Bavière, une République des conseils de Hongrie prend brièvement le pouvoir au printemps 1919, dirigée par le communiste Béla Kun. Moins radical, Leó Szilárd adhère toutefois à l'idéologie socialiste, perçue comme susceptible de venir à bout des problèmes de l'économie hongroise. Toutefois, à l'instar de la Bavière, le régime mis en place par Kun est vite balayé par une intervention de l'armée royale roumaine. L'homme fort de la nouvelle république hongroise est désormais l'amiral Miklós Horthy, un nationaliste contrôlant d'une poigne de fer le pays, et futur allié de Hitler. Une vague antijuive s'abat sur le pays, dont est rapidement victime Leó Szilárd lorsqu'il tente de retourner à l'université : « Vous ne pouvez pas étudier ici, s'entend-il répondre à la porte de l'établissement, désormais baptisé université technique de Budapest. Vous êtes juif²². »

Victime de l'antisémitisme, Leó Szilárd choisit en 1919 le pire pays pour s'exiler : l'Allemagne. Le parti nazi n'est toutefois pour l'heure qu'un vague groupuscule inoffensif, et le pays brille internationalement dans les sciences physiques et en mathématiques. Il s'inscrit à l'université Friedrich-Wilhelm de Berlin, et suit les cours des grands noms de la physique allemande : Walther Nernst, Max Planck et notamment Albert Einstein. La rencontre avec ce dernier fait office de révélation. Malgré leur différence d'âge de près de vingt ans, les deux hommes partagent de nombreux points communs. Assez timides et solitaires, Szilárd et Einstein affichent le même sens de l'humour ironique, et partagent un solide idéal socialiste et pacifique. Le premier considère rapidement le grand physicien comme son père spirituel, qu'il rencontre

pratiquement chaque jour. Après avoir obtenu son doctorat en 1922, Szilárd partage son temps entre l'enseignement de la physique et la recherche, développant notamment avec son maître le « réfrigérateur d'Einstein-Szilárd », qui ne consomme pas d'électricité et n'utilise aucune pièce mobile – mais ne rencontre guère de succès. Désormais connu dans les cercles européens de la recherche scientifique, Szilárd est décrit par Bertrand Goldschmidt (le seul scientifique français engagé dans le projet *Manhattan* aux États-Unis) comme un « petit homme nerveux », « pétillant d'intelligence et d'originalité », le « prototype du savant juif errant »²³.

En janvier 1933, Leó Szilárd est de nouveau confronté aux démons de l'antisémitisme. « Hitler est un fou, un idiot », écrit-il à une amie. « Tout le monde doit fuir ! Sous Hitler, des moments terribles se préparent²⁴ ! » Szilárd imite effectivement de nombreux scientifiques allemands d'origine juive, et trouve refuge à Londres. Le symbole le plus connu de ces exilés forcés est certainement Albert Einstein. L'auteur de la relativité générale se trouve alors en voyage en Californie au moment de la prise de pouvoir des nazis. Il ne rentrera jamais en Allemagne. « Aussi longtemps que je disposerai du choix en la matière, je vivrai seulement dans un pays où la liberté civile, la tolérance et l'égalité entre les citoyens prévalent devant la loi, déclare Einstein. Les libertés civiles impliquent la liberté d'exprimer ses convictions politiques, en paroles et à l'écrit ; la tolérance implique le respect pour les convictions des autres quelles qu'elles puissent être. Ces conditions n'existent désormais plus en Allemagne²⁵. » Et à la grande fureur des nazis, qui étaient restés jusqu'ici relativement indulgents eu égard à la renommée du physicien, Einstein renie publiquement sa nationalité allemande en mars 1933. Après avoir rencontré son ami Szilárd à Londres, Einstein refuse de multiples offres d'enseignement à Oxford, Paris et Madrid, et retourne aux États-Unis. Il accepte finalement une proposition luxueuse au nouvel Institute for Advanced Study de Princeton, qui ne lui impose aucune tâche administrative ou pédagogique. Et cela sied parfaitement au grand homme, qui considère que toute chose le distrayant de réfléchir à la physique est une perte de temps.

Au début de 1938, Leó Szilárd traverse à son tour l'Atlantique. Assez peu connu mondialement, le scientifique erre entre les universités américaines, puis parvient au campus de l'université de Columbia, où enseigne un autre réfugié venu d'Europe, l'Italien Enrico Fermi. Pour Szilárd, Fermi est l'interlocuteur idéal. Car le physicien hongrois possède un secret. En 1933, un an après la découverte du neutron, Szilárd a eu une vision : celle de la réaction en chaîne. Contrairement à Albert Einstein, il est persuadé de la possibilité de séparer l'atome, et dépose un brevet secret à ce sujet en 1934. Depuis cette époque, Szilárd tente discrètement de reproduire l'expérience réussie (à son insu) par Enrico Fermi, et de réaliser une réaction en chaîne, en vain. Forcé de ne pas ébruiter l'affaire face à la montée du nazisme, le physicien a du mal à financer son projet, et utilise les mauvais éléments pour susciter la fission de l'atome. Il n'est ainsi pas surpris lorsque, le 21 décembre

1938, Otto Hahn et Fritz Strassmann bombardent de l'uranium avec des neutrons, produisant de nouveaux neutrons et de l'énergie.

Toujours visionnaire, Leó Szilárd est immédiatement persuadé de la possibilité de concevoir à court terme une bombe. Il s'en ouvre le 2 février 1939 dans une lettre à Joliot-Curie, plusieurs semaines avant l'expérience de réaction en chaîne réalisée par le scientifique français : « Si plus d'un neutron est libéré, une sorte de réaction en chaîne sera évidemment possible. Ceci, dans certaines circonstances, pourrait permettre la réalisation de bombes sûrement extrêmement dangereuses, mais plus particulièrement entre les mains de certains gouvernements²⁶. » Szilárd parvient à persuader Enrico Fermi de la nécessité de prendre les devants, et de construire un réacteur nucléaire. Il échoue toutefois à convaincre Niels Bohr, qu'il rencontre peu après sa célèbre intervention devant l'American Physical Society à Washington. Le physicien danois lui affirme l'impossibilité de séparer suffisamment d'isotopes d'uranium 235, une tâche invraisemblable qui imposerait « les efforts de toute une nation²⁷ ». Une déclaration certes peu imaginative, surtout sur le sol américain.

Leó Szilárd est convaincu de la nécessité d'agir, et d'informer. En dehors des cercles scientifiques, les progrès de la recherche atomique sont à la veille de la guerre assez exotiques pour le commun des mortels. La découverte de l'atome est vieille d'à peine sept ans, et la fission nucléaire de quelques mois. Même pour les curieux d'avancées scientifiques, la promesse d'une puissance de destruction inédite et révolutionnaire semble pour le moins abstraite. Il faut ainsi impérativement informer le gouvernement des États-Unis. Une vaste tâche pour le physicien hongrois, qui n'entend rien aux arcanes de l'administration américaine. Szilárd finit par obtenir l'intermédiaire idoine pour sa mission : l'économiste d'origine autrichienne Alexander Sachs, vice-président de la grande banque Lehman Brothers, et conseiller économique de Roosevelt. Sensible à la menace nazie en Europe (Sachs est lui-même d'origine juive), le banquier est également instruit des découvertes sur l'uranium, et possède un accès privilégié au président américain. À la grande satisfaction de Leó Szilárd, Sachs lui recommande d'écrire une lettre à Roosevelt, qu'il lui remettra lui-même.

Le réfugié hongrois n'est toutefois pas ou peu connu du grand public, et encore moins qu'Enrico Fermi. Pour signer la lettre, il faut un nom historique, bien connu de tous. Le 2 août 1939, Leó Szilárd se rend à Long Island, où réside Albert Einstein. Ce dernier a déjà eu l'occasion de rencontrer le président américain, et accepte la proposition de son ancien élève de Berlin. Quinze ans après avoir collaboré à la réalisation d'un réfrigérateur, les deux scientifiques se lancent conjointement dans l'écriture d'une lettre, à la portée autrement plus conséquente.

S'adresser à un destinataire aussi original que Franklin Roosevelt n'est certes pas une mince affaire. « Nous ne savions pas au juste combien de mots pouvaient contenir une lettre qu'un Président était supposé lire », dira plus

tard Szilárd. « Combien de pages valait la fission de l'uranium²⁸ ? » Celle-ci en vaut de prime abord quatre et demie, jugées toutefois trop chargées. Outre la possibilité que le président américain ne soit pas au fait de la physique nucléaire (comme à peu près tout le monde), le temps de l'homme le plus puissant du monde est assurément compté. Albert Einstein conseille à Leó Szilárd de ne pas faire preuve de « trop d'intelligence », ce que ce dernier est loin de souhaiter faire : « Nous serons amplement satisfaits si seulement nous ne semblons pas trop stupides²⁹. » Finalement deux brouillons allégés sont rédigés par Leó Szilárd, dont une version un peu plus détaillée. C'est cette dernière que choisit Einstein, et il l'honore de sa signature quelques jours plus tard. Antidatée au 2 août 1939, la « lettre d'Einstein » est un résumé didactique pour néophyte sur les conséquences de la fission de l'atome :

Monsieur,

De récents travaux d'E. Fermi et L. Szilárd, dont les manuscrits m'ont été communiqués, me conduisent à prévoir que l'élément uranium pourrait devenir une source nouvelle et importante d'énergie dans un futur immédiat. Certains aspects de la situation qui est apparue me semblent demander une attention, et si nécessaire, une action rapide de la part de l'Administration. Je pense ainsi qu'il est de mon devoir d'attirer votre attention sur les faits et recommandations suivants :

Ces quatre derniers mois ont mis en lumière la possibilité – suite aux travaux de Joliot en France ainsi que ceux de Fermi et Szilárd en Amérique – de déclencher une réaction en chaîne nucléaire avec de grandes quantités d'uranium, avec lesquelles une grande quantité d'énergie et de grandes quantités de nouveaux éléments semblables au radium pourraient être obtenus. Il semble désormais presque certain que ceci pourrait être atteint dans un très proche avenir.

Ce nouveau phénomène pourrait aussi conduire à la fabrication de bombes, et il est concevable – quoique de manière bien moins sûre – que des bombes extrêmement puissantes d'un nouveau type puissent être réalisées. Une seule bombe de ce type, transportée par bateau et détonée dans un port, pourrait très bien détruire l'ensemble du port ainsi qu'une partie des environs. Toutefois, de telles bombes pourraient fort bien s'avérer trop lourdes pour être transportées par les airs [...]

Face à cette situation, vous pourriez estimer comme souhaitable d'avoir un contact permanent entre l'administration et l'équipe de physiciens œuvrant sur les réactions en chaîne en Amérique. Une manière possible d'atteindre cet objectif serait de confier l'affaire à une personne détentrice de votre confiance, et qui pourrait peut-être agir à titre officieux. [...]

Très respectueusement,

Albert Einstein³⁰.

Fidèle à sa promesse, Alexander Sachs téléphone à la Maison Blanche pour obtenir un rendez-vous personnel avec Franklin Roosevelt, ce qu'il peut se permettre en sa qualité de conseiller. La crispation de la situation en Europe puis la déclaration de guerre retardent toutefois l'échéance au 11 octobre 1939. Lorsque Sachs pénètre enfin dans le bureau ovale, le président l'accueille avec sa cordialité habituelle : « Alex ! Qu'est-ce que vous mijotez ? » L'intervention du conseiller ne relève pour une fois pas de l'économie mais de considérations scientifiques. Sachs ne lit pas exactement la fameuse lettre d'Einstein, mais une version paraphrasée qu'il a lui-même

rédigée et lui semble plus digeste pour Roosevelt. Il évoque les deux aspects de la découverte scientifique effectuée par les Allemands, susceptible d'être intéressante pour la production d'énergie, mais aussi capable d'être utilisée pour la confection d'une bombe. Le président américain finit par l'interrompre : « Alex, ce que vous cherchez à dire, c'est d'éviter que les nazis ne nous pulvérisent. » Sur la réponse affirmative de Sachs, le maître du bureau ovale appelle son fidèle secrétaire et ami Edwin « Pa » Watson. D'une santé tout aussi précaire que Roosevelt (il mourra quelques semaines avant lui en février 1945), Watson reçoit l'avis présidentiel : « Pa, ceci nécessite d'agir³¹. »

Dès le 1^{er} novembre 1939, un Advisory Committee on Uranium est opérationnel, dirigé par Lyman J. Briggs, directeur du National Bureau of Standards, une agence de laboratoires de physique au service de l'État. Sa mission est d'étudier « les éventuelles relations existantes entre la défense nationale et les récentes découvertes dans la recherche atomique, en particulier dans la fission de l'uranium³² ». Parmi les membres du comité figurent Alexander Sachs, Leó Szilárd et deux de ses compatriotes hongrois, scientifiques eux aussi émigrés : Eugen Wigner (1902-1995) et Edward Teller (1908-2003). Tous deux partagent le même destin que Szilárd : ils ont étudié en Allemagne, après avoir fui l'antisémitisme hongrois. Tous deux ont effectué une partie de leurs études à Göttingen, où Teller a obtenu son doctorat sous la direction de Werner Heisenberg ; il connaît ainsi parfaitement le potentiel du cerveau de l'*Uranverein*. Particulièrement brillants, Wigner et Teller ont émigré aux États-Unis à l'université de Princeton, où le premier est devenu professeur en 1929 à l'âge de 27 ans, et le second en 1935 à seulement 26 ans³³. Partisans convaincus de l'élaboration d'une bombe atomique, ils ont également conseillé Szilárd pour la rédaction de la lettre. Les trois Hongrois formeront un groupe décisif dans le projet *Manhattan*, avec Enrico Fermi – tous des réfugiés européens fuyant les régimes fascistes.

La « lettre d'Einstein » s'est montrée décisive dans la constitution de l'Advisory Committee on Uranium. Dans les faits, il s'agit plutôt de la lettre de Szilárd, voulue et rédigée par lui, et uniquement signée par Einstein. Ce dernier avouera lui-même par la suite « n'avoir fait office que de boîte aux lettres », et regrettera amèrement sa maigre contribution³⁴. Pacifiste dans l'âme, Einstein ne participe en rien à la création de la bombe atomique durant la Seconde Guerre mondiale, contrairement à une croyance populaire répandue. Âgé de 60 ans en 1939, le grand physicien se contente de végéter dans son Institute for Advanced Study de Princeton, ne produisant guère plus de résultats. Seules sa théorie de la relativité en 1905 et sa signature de la lettre de Szilárd ont effectivement contribué à la création de la bombe atomique, indirectement et bien malgré lui.

La mise sur pied de l'Advisory Committee on Uranium en novembre 1939 suit de quelques semaines la constitution de l'*Uranverein* à Berlin, avec Werner Heisenberg comme maître d'œuvre. Avec les plus brillants cerveaux de la physique mobilisés sur le même sujet, les États-Unis

et l'Allemagne nazie partent, en théorie, à égalité dans la course à la bombe.

Le nerf de la guerre

En Angleterre l'élan initial conduisant à la bombe atomique provient, une nouvelle fois, de deux scientifiques d'origine juive réfugiés d'Europe. Le premier est Otto Frisch, le neveu de Lise Meitner, évoqué précédemment pour son rôle participatif dans la théorisation de la fission nucléaire au début de 1939, à l'occasion d'un séjour en Suède auprès de sa tante exilée. De retour en Angleterre, Frisch est accueilli à l'université de Birmingham par Mark Oliphant, le professeur de physique engagé dans les recherches sur le magnétron à cavités. Le jeune Allemand rejoint l'un de ses compatriotes exilés, Rudolf Peierls (1907-1995), un ancien élève de Werner Heisenberg à l'université de Leipzig. Docteur en 1929, Peierls connaît bien le principe de la réaction en chaîne pour l'avoir étudiée à Rome avec Enrico Fermi puis à Cambridge. Depuis 1937, il est le plus jeune professeur de mathématiques appliquées en Angleterre (30 ans), invité par Mark Oliphant, et l'un des rares scientifiques réfugié à disposer d'un poste stable³⁵. Frisch et Peierls s'entendent rapidement, et partagent le même idéal de servir dans leur patrie d'accueil. Celle-ci se montre toutefois nettement suspicieuse envers le flot de réfugiés venant d'Europe, et notamment d'Allemagne. Contrairement à leurs jeunes confrères britanniques Harry Boot et John Randall, les deux Allemands n'ont pas accès au magnétron à cavités. Ils décident finalement de faire un rapport sur le potentiel de la fission nucléaire, et la possibilité de réaliser une bombe atomique. En mars 1940, les deux exilés rédigent leurs conclusions, connues sous l'appellation de *Frisch-Peierls Memorandum*. Leur analyse est stupéfiante d'exactitude, cinq ans avant Hiroshima et Nagasaki :

[Le mémorandum] concerne la possibilité de construire une « super-bombe » utilisant l'énergie stockée dans les noyaux atomiques comme source d'énergie. L'énergie libérée par l'explosion d'une telle super-bombe est globalement la même que celle produite par 1 000 tonnes de dynamite. Cette énergie est relâchée en petite quantité, au sein de laquelle, l'espace d'un instant, règne une température comparable à l'intérieur du soleil. Le souffle d'une telle explosion détruirait la vie sur une immense zone. La dimension de cette surface est difficile à estimer, mais correspond probablement à celle du centre d'une grande ville.

En outre, une partie de l'énergie libérée par la bombe produit des substances radioactives, destinées à émettre des radiations très puissantes et dangereuses. L'effet de ces radiations atteint son paroxysme immédiatement après l'explosion, mais il ne décroît par la suite que graduellement, et pendant des jours suivant l'explosion, toute personne pénétrant dans la zone affectée serait tuée³⁶.

Otto Frisch et Rudolf Peierls évoquent également la menace d'une bombe allemande, ce dernier étant bien placé pour connaître les capacités de Werner Heisenberg : « La réplique la plus efficace serait une contre-menace

avec une bombe similaire. Il nous semble important de démarrer la production le plus vite et de la manière la plus rapide possible, même s'il n'est pas prévu d'utiliser la bombe comme moyen d'attaque³⁷. » Le message des deux Allemands est clair : il est possible de réaliser une bombe atomique, et l'idéal serait de le faire avant l'ennemi nazi. Quelques mois après la « lettre d'Einstein » réalisée par Leó Szilárd, deux autres scientifiques réfugiés tirent la sonnette d'alarme.

Mark Oliphant étudie très sérieusement le document de ses deux protégés. Le 19 mars 1940, il transmet leur mémorandum à Henry Tizard, à cette époque toujours conseiller scientifique pour le ministère de l'Air. Ce dernier, obnubilé par les recherches sur le radar, se range très vite dans la longue liste des incrédules, estimant la réalisation d'une bombe inenvisageable à moyen terme³⁸. Tizard décide tout de même de laisser une chance à l'énergie nucléaire, et, désireux de ne pas voir son rival Frederick Lindemann mettre la main sur ce dossier, il réunit un sous-comité sur l'uranium le 10 avril 1940, qui à l'issue de deux réunions évolue dès juin 1940 sous l'appellation de MAUD Committee. Les meilleurs physiciens britanniques en font partie : le conseiller scientifique à l'Anti-Aircraft Command Patrick Blackett, le professeur de philosophie naturelle à Cambridge John Cockcroft, Mark Oliphant et notamment le physicien James Chadwick (1891-1974), Prix Nobel de physique en 1935 pour sa découverte du neutron trois ans plus tôt³⁹. Se fondant sur le mémorandum d'Otto Frisch et Rudolf Peierls, le Committee MAUD se heurte au même problème que les scientifiques allemands : trouver un moyen fiable pour séparer les isotopes de l'uranium. Les travaux initiaux sont répartis entre plusieurs universités. À Birmingham, Peierls traite des questions théoriques. Sur la question des isotopes, il sait à qui s'adresser : un autre Allemand d'origine juive, comme lui, victime de la folie nazie.

Franz Simon (1893-1956) est un ancien élève de Walther Nernst au prestigieux Kaiser-Wilhelm Institut de physique à Berlin, spécialiste des basses températures, et professeur de physique à Breslau de 1931 à 1933. Cette même année fatidique, Simon fait partie des « dons » de Walther Nernst à Frederick Lindemann, venu chercher de jeunes talents pour son Clarendon Laboratory. Exilé à Oxford avec femme et enfants, Simon contribue à développer l'aura internationale du laboratoire de Lindemann. Sur la requête de Rudolf Peierls, le physicien allemand parvient à développer la technique dite de diffusion gazeuse, une méthode de séparation des isotopes de l'aluminium considérée comme la plus efficace – ultérieurement adoptée à Los Alamos⁴⁰. Franz Simon porte par ailleurs l'attention de Frederick Lindemann sur l'intérêt des recherches atomiques. Pour une fois, ce dernier partage l'avis de Henry Tizard, estimant la construction d'une bombe comme trop éloignée dans le temps, mais ne pouvant pas être négligée.

Dès l'origine du projet MAUD, la perspective d'une collaboration avec les États-Unis, encore neutres en 1940, est envisagée. Lors de la fameuse

mission Tizard à partir de septembre 1940, le mémorandum Frisch-Peierls fait partie des offrandes de la science britannique aux Américains. John Cockcroft, le plus qualifié sur les recherches nucléaires des membres de la mission, rencontre à plusieurs reprises Lyman J. Briggs, directeur de l'Advisory Committee on Uranium créé un an plus tôt ; les deux hommes s'entendent pour échanger des informations sur la recherche nucléaire⁴¹. L'attention du NDRC de Vannevar Bush n'est cependant pour l'heure guère concentrée sur les affaires atomiques.

Les scientifiques britanniques du comité MAUD poursuivent pour leur part leurs travaux préliminaires, achevés au printemps 1941. James Chadwick, considéré comme le plus compétent en matière nucléaire, est chargé de peaufiner deux rapports, connus sous l'appellation au singulier de « MAUD Report ». Travaillant vingt heures sur vingt-quatre, aidé d'Otto Frisch, le physicien britannique réussit à livrer ses rapports dans les délais impartis au mois de juillet. Ces derniers reprennent en partie les conclusions du mémorandum Frisch-Peierls sur les effets des radiations, et intègrent la méthode de diffusion gazeuse développée par Franz Simon. Trois conclusions sont émises par les scientifiques britanniques :

- Le comité considère que l'idée d'une bombe à l'uranium est réalisable et susceptible d'apporter des résultats décisifs dans la guerre.

- Il recommande que ce travail soit poursuivi avec la plus haute des priorités et sur une échelle accrue, nécessaire pour obtenir une arme dans le plus court temps possible.

- La collaboration existante avec les États-Unis devrait être maintenue et développée, en particulier au sujet de la recherche expérimentale⁴².

Par ailleurs, la bombe atomique envisagée « serait certainement adaptée aux capacités de transport d'un bombardier moderne », alors que dans la lettre d'Einstein, deux ans plus tôt, il était encore question d'un navire⁴³. Frederick Lindemann finit par se montrer convaincu de la possibilité de réaliser une bombe, bien que sceptique quant à son échéance estimée à deux ans. L'intérêt de disposer d'une telle puissance est toutefois évident, pendant ou après la guerre. Il en informe Churchill, qui dans une note à ses chefs d'état-major le 30 août 1940 se déclare relativement intéressé, avec son humour caractéristique : « Bien que je sois personnellement assez content des explosifs existants, je pense que nous ne devons pas faire obstacle au progrès, et qu'il convient d'agir en suivant la pensée exprimée par Lindemann. » Le conseiller de Churchill souhaite toutefois garder l'affaire sur le sol britannique, ou, « au pire », au Canada⁴⁴. Le partage d'informations avec Washington sur des sujets sensibles, même un an après la mission Tizard, se révèle toujours aussi complexe.

Au sein du comité MAUD, James Chadwick est l'un des seuls à se ranger à l'avis de Lindemann. L'explorateur du neutron sera l'un des grands artisans d'une bombe atomique britannique après guerre. En revanche, pour Henry Tizard, John Cockcroft et Patrick Blackett, tous partisans de la

coopération interalliée, l'élaboration de la bombe ne peut se faire qu'aux États-Unis. Le Royaume-Uni n'ayant déjà pas les moyens pour développer suffisamment vite son magnétron à cavités, il est inutile de rêver pour un projet aussi important. Mark Oliphant partage également ce point de vue. Il traverse lui-même l'Atlantique en août 1941 pour peser de son poids dans la mise en place d'un projet commun.

À Washington, Mark Oliphant découvre avec stupeur l'absence de progrès enregistré par l'Advisory Committee on Uranium de Lyman J. Briggs. Le rapport MAUD semble n'avoir jamais été pris en considération. Pourtant, le programme de recherches atomiques fait partie du NDRC et de l'OSRD, ce dernier créé deux mois plus tôt par Roosevelt. Avec ses fonds illimités et son charismatique président Vannevar Bush, le projet d'une bombe atomique devrait déjà être réalité. Oliphant obtient rapidement l'explication : Bush n'a jamais vu le rapport MAUD, thésaurisé par Briggs – un homme peu compétent, et obnubilé par le secret. « J'étais stupéfait et affligé⁴⁵ », note le professeur de Birmingham. Lorsqu'il est enfin informé par Oliphant, Bush transmet lui-même le rapport MAUD à Roosevelt, et prend rapidement l'affaire en main. Une première fois rebaptisé plus discrètement Section-1 de l'OSRD, l'ex comité sur l'uranium devient officiellement le S-1 Executive Committee le 25 juin 1942. À la tête de ce nouveau comité, Bush place son lieutenant James Conant, le président de Harvard. Ernest Lawrence, le meilleur spécialiste américain de la recherche nucléaire à Berkeley, fait partie des membres. Avec des hommes aussi efficaces et brillants que Bush, Conant et Lawrence, la bombe atomique alliée prend son envol décisif.

Le projet *Manhattan* reçoit pour directeur scientifique Robert Oppenheimer (1904-1967), certainement le plus connu des scientifiques impliqués dans la bombe atomique. Le célèbre physicien américain symbolise à lui seul les origines de la bombe atomique, issues d'un groupe fermé de scientifiques pour la plupart européens. Fils d'un émigré juif allemand, ancien élève de Patrick Blackett à Cambridge et Max Born à Göttingen, Oppenheimer compte dans ses proches relations les plus grands spécialistes de la physique atomique : Werner Heisenberg, Ernest Lawrence, Niels Bohr et Enrico Fermi. Robert Oppenheimer dispose toutefois d'un avantage décisif : les moyens. Le 7 décembre 1941, l'attaque japonaise précipite l'entrée en guerre des États-Unis. Les vannes financières de la Maison Blanche s'ouvrent en grand et irriguent l'OSRD de Vannevar Bush. Si le projet atomique de l'OSRD disposait de seulement 468 000 dollars entre juin et décembre 1941, ce total passe à plus de 1 million de dollars entre janvier et juin 1942. Entre juin 1942 et septembre 1943, la recherche atomique reçoit 13 millions de dollars⁴⁶. En 1945, le projet *Manhattan* est au total crédité de près de 2 milliards de dollars, et servi par plus de 120 000 scientifiques et techniciens⁴⁷.

Aucune nation au monde n'est susceptible de rivaliser avec ce déferlement de puissance, à commencer par l'Allemagne nazie et son

Uranverein, desservi par un budget cent fois moins important et 70 scientifiques divisés entre eux. Le Royaume-Uni est de même absolument incapable de rivaliser, malgré la volonté de Lindemann et de Churchill d'obtenir une bombe britannique pendant ou juste après la guerre. Les maîtres d'œuvre du S-1 Executive Committee, James Conant et Vannevar Bush, électrisés par le soutien sonnant et trébuchant de la Maison Blanche, se sentent pousser des ailes ombrageuses. Les États-Unis n'ont pas (plus) besoin de l'Angleterre. Suite à la mission Tizard et au rapport MAUD, ils disposent des projets d'armes pour vaincre sur mer, sur terre et dans les airs. Bush prend conscience du proche destin des États-Unis, appelés « à maintenir la paix dans le monde⁴⁸ ». Le président américain, susceptible de changer d'avis sur une même question plusieurs fois par jour, suit pour l'instant les rêves d'hégémonie de ses conseillers.

Au cours de deux précieuses années, la coopération interalliée sur la bombe atomique piétine. Au Royaume-Uni, le comité MAUD laisse sa place au projet *Tube Alloys*, le pendant du projet *Manhattan*, avec Frederick Lindemann dans le rôle de Vannevar Bush. Face à l'importance des travaux et au secret exigé, *Tube Alloys* se déplace au Canada avec la création du Laboratoire de Montréal, intégrant des scientifiques britanniques, canadiens et français. Au début de 1943, les échanges d'informations sont totalement au point mort entre les deux alliés. Ce bras de fer d'égos ne dure toutefois pas longtemps. Le Laboratoire de Montréal tourne au ralenti. Lindemann n'est pas Bush. Entre les crédits de la Maison Blanche et le budget militaire britannique, il y a un monde. Le spectre (inexistant) de voir l'Allemagne se doter d'une bombe atomique pousse de plus à l'obtention d'un compromis. Le 19 août 1943, Winston Churchill signe la fin des hostilités tacites avec Franklin Roosevelt, au cours de la conférence de Québec. Le *Quebec Agreement* prévoit finalement une fusion des projets *Manhattan* et *Tube Alloys*, reposant sur une collaboration complète avec libre échange d'informations. Toutefois, « considérant la lourde charge de la fabrication reposant sur les États-Unis », toute réalisation économique ou industrielle britannique après guerre se fera avec l'accord du président américain. Une manière bien visible de rappeler le poids écrasant des États-Unis dans le projet atomique.

Dans les faits, la création de la bombe atomique se déroule principalement sur le sol américain. Les scientifiques allemands réfugiés à Londres se laissent massivement séduire par l'appel du large. Rudolf Peierls, Otto Frisch et Franz Simon rejoignent Leó Szilárd, Edward Teller, Eugene Wigner et notamment Enrico Fermi. Tous ces scientifiques feront partie des principaux cerveaux de la bombe atomique. Suite à la disparition de Roosevelt peu avant la fin de la Seconde Guerre mondiale, le *Quebec Agreement* se vide rapidement de sa substance, au seul profit réel des Américains. L'excellence scientifique britannique n'a pas suffi pour pallier le nerf économique de la Seconde Guerre mondiale.

L'axe atomique

Au début de la Seconde Guerre mondiale, les scientifiques allemands engagés dans le projet de l'*Uranverein* ne manquent certes pas d'idées pour fabriquer une bombe atomique. Ils sont en revanche démunis d'à peu près tout ce qui leur serait nécessaire pour mener à bien cet objectif : un cyclotron pour séparer les isotopes de l'uranium et obtenir le précieux U235 nécessaire à la fission, un modérateur (tel l'eau lourde) pour ralentir la réaction en chaîne et faciliter la fission, un réacteur nucléaire susceptible de produire du plutonium plus fissible que l'uranium – qui toutefois n'a pas encore été découvert à la fin de 1939. Accessoirement, il conviendrait aussi de disposer de fonds virtuellement illimités et des dizaines de milliers de scientifiques et techniciens nécessaires pour un projet aussi révolutionnaire. Un vaste programme, s'il en est, qui toutefois n'est pas impossible pour le génie scientifique allemand, mais dépend surtout de la bonne volonté d'une seule personne – comme pour tout le reste : Adolf Hitler.

Au cours des deux premières années de la Seconde Guerre mondiale, le projet de bombe atomique allemand semble prendre, en apparence, une tournure positive – pour les nazis. Les conquêtes éclairs de la Norvège, de la Belgique et de la France au printemps 1940 livrent plusieurs trésors. Les Allemands se saisissent en Norvège de l'usine d'eau lourde Norsk Hydro à Vemork, dont les Français se sont toutefois approprié le stock peu auparavant. En Belgique, plaque tournante mondiale du commerce de l'uranium grâce aux gisements du Congo belge, plusieurs centaines de tonnes d'uranium sont saisies. À Paris, les envahisseurs se précipitent au Collège de France et à Ivry-sur-Seine, faisant main basse sur le seul cyclotron existant en Europe. Frédéric Joliot-Curie n'a pas cherché à s'échapper, et se laisse diligemment interroger. Le scientifique Bertrand Goldschmidt, fait prisonnier au même moment dans son laboratoire militaire à Poitiers, n'est guère clément avec son collègue dans ses Mémoires :

Joliot n'avait pas vraiment envisagé de partir en Angleterre en ce fatidique 18 juin où si peu de Français entendirent l'appel du général de Gaulle. [...] Son incertitude sur l'accueil et les facilités techniques dont il aurait pu disposer, son besoin d'être entouré de l'admiration et même de l'affection de ses collaborateurs, sans compter enfin l'état de santé de sa femme et la dispersion de sa famille [...] contribuèrent aussi, à côté de son manque de connaissance de la langue anglaise, à l'empêcher d'abandonner son laboratoire et son cyclotron en construction et de faire ce saut de l'inconnu⁴⁹.

Le 12 août 1940, Frédéric Joliot-Curie reçoit la visite de l'un des scientifiques allemands membres de l'*Uranverein*, Erich Schumann (1898-1985). Directeur de recherches au HWA de l'armée allemande, Schumann est un brillant théoricien, spécialiste de la physique des explosifs. Il est passionné de musique militaire, un probable héritage de son célèbre grand-père compositeur. D'allure frêle, il compense sa déficience physique, si

nécessaire, en arborant fièrement son uniforme de général de brigade. Schumann demande d'abord des explications au sujet de la disparition des stocks d'uranium et des 26 bidons d'eau lourde du Collège de France (la majeure partie des réserves européennes) ; le scientifique français n'y est pour rien, ces éléments ont été évacués à Londres. Schumann impose ensuite ses conditions : Joliot-Curie doit accepter dans ses laboratoires une équipe de scientifiques allemands, ou voir son cyclotron confisqué. Homme de gauche convaincu, le Français est à la fois tiraillé par ce choix et aussi flatté par l'intérêt de Berlin pour ses recherches. Il choisit finalement l'option de la collaboration passive, préférant ne pas laisser son œuvre entièrement aux mains des Allemands, et souhaitant par ailleurs poursuivre ses recherches⁵⁰. Également engagé par la suite activement dans la Résistance, Joliot-Curie joue un rôle quelque peu ambigu durant le conflit, à l'instar de Werner Heisenberg.

Avec l'uranium belge, l'eau lourde norvégienne et le cyclotron français, les Allemands pourraient espérer séparer les isotopes de l'uranium et ainsi obtenir de l' U^{235} , nécessaire pour concevoir une bombe atomique. Cette perspective est abordée en septembre 1941 lors d'une rencontre au Danemark entre Werner Heisenberg et son ancien mentor, Niels Bohr. Le jeune cerveau de l'*Uranverein* est alors présent à Copenhague pour une conférence. Niels Bohr poursuit quant à lui ses recherches dans son institut, après avoir pris soin de faire évacuer au Royaume-Uni ses scientifiques réfugiés suite à l'invasion allemande. Bien que lui-même d'origine juive, il n'est de prime abord pas inquiété par les nazis, de la même manière qu'Albert Einstein précédemment, eu égard à son aura internationale. Les échanges entre ces deux grands noms de la physique demeurent incertains. Les deux physiciens représentent les camps opposés – Niels Bohr est en contact avec les Alliés. Ce dernier, toujours incrédule sur la possibilité de réaliser une bombe atomique, s'enquiert auprès de son ancien élève des avancées allemandes en la matière. Heisenberg évoque un « effort technique extraordinaire » nécessaire pour y parvenir, une réponse assez ambiguë qui selon les Mémoires du scientifique allemand provoque la stupeur chez Bohr :

Bohr fut choqué par ma réponse, de toute évidence persuadé que je venais d'essayer de le convaincre que l'Allemagne avait réalisé de grands progrès dans l'élaboration d'armes atomiques. Et bien que j'essayasse par la suite de corriger cette fausse impression, je n'obtins probablement aucun résultat... Je fus réellement mécontent de cette conversation⁵¹.

Qu'il dise ou non la vérité, Heisenberg aggrave encore son cas en transmettant à Bohr un schéma de son projet de réacteur à l'eau lourde, sur lequel il travaille alors. Acte d'avertissement pour les Alliés ou fierté de scientifique, ce geste achève de persuader Bohr de la menace atomique allemande. Déçu par l'attitude de son ancien protégé, Bohr relaie l'information aux Alliés. Ces derniers considèrent déjà Werner Heisenberg

comme « l'Allemand le plus dangereux du fait de sa puissance cérébrales⁵² ». Dans les faits, toutefois, les Alliés n'ont pas grand-chose à craindre du projet de recherches atomiques de l'Allemagne nazie. Deux réunions, les 26 février et 4 juin 1942, scellent les très maigres chances de l'*Uranverein*.

Jusqu'à la fin de 1941, les recherches scientifiques des membres de l'*Uranverein* sont loin de constituer un effort concerté, et encore moins prioritaire. Même Werner Heisenberg passe davantage de temps à voyager en Europe pour ses conférences que sur ses travaux. Par ailleurs, nombre de hauts dignitaires nazis, à commencer par Hitler, se désintéressent du projet ou n'en ont pas même connaissance. Pour pallier ce manque d'intérêt, une conférence est organisée le 26 février 1942, avec huit intervenants triés sur le volet, dont Werner Heisenberg, Otto Hahn et Erich Schumann. La liste des invités est à la mesure des retombées attendues : Heinrich Himmler, le grand maître de la SS, Martin Bormann, l'ombrageux secrétaire particulier de Hitler, Hermann Goering, chef de la Luftwaffe, Wilhelm Keitel, chef du haut-commandement de l'armée allemande, et entre autres Erich Raeder, chef de la Kriegsmarine. Une erreur dans les cartons d'invitation conduit toutefois à envoyer le programme d'une autre conférence prévue le même jour, avec 25 interventions sur des sujets aussi passionnants que l'« absorption par résonance » ou les « ultracentrifugeuses »⁵³. Sans surprise, les dignitaires nazis font assaut d'imagination pour s'excuser. Heisenberg évoque pourtant au cours de la conférence la puissance inédite de la réaction en chaîne. La première occasion de lancer un projet de recherches atomiques est un échec total.

Une autre personnalité faisait partie des invités : Albert Speer. L'architecte privé de Hitler venait d'être nommé trois semaines plus tôt ministre de l'Armement et des Munitions. Habile courtisan, Speer n'est guère connaisseur des dernières avancées scientifiques. Dans ses Mémoires, il affirme découvrir l'existence du projet atomique au printemps 1942 grâce au général Friedrich Fromm, commandant en chef de l'armée de réserve dans le Reich :

À la fin d'avril 1942, Fromm me déclara que la seule chance que nous avions encore de gagner cette guerre était de mettre au point une arme d'une puissance tout à fait révolutionnaire. Il était [...] en relation avec un cercle de chercheurs qui étaient en passe d'inventer une arme qui serait capable d'anéantir des villes entières et peut-être de mettre hors de combat les îles Britanniques. Fromm me proposa de m'emmener les voir, il lui semblait important, après tout, d'avoir au moins pris contact avec ces gens-là⁵⁴.

Non sans mal, Fromm, qui sera deux ans plus tard compromis dans l'attentat contre Hitler, réussit à persuader Speer d'organiser une nouvelle réunion à Berlin le 4 juin 1942. Si les représentants du pouvoir nazi font de nouveau défaut, de nombreuses personnalités des mondes scientifiques et industriels sont présentes : Otto Hahn, Werner Heisenberg, Kurt Diebner, le maréchal de l'Air Erhard Milch (seul responsable de la production industrielle

de la Luftwaffe, qui échappe à Albert Speer jusqu'en 1944), et notamment Ferdinand Porsche, engagé de plain-pied dans la production de véhicules militaires. Échaudé par l'échec de la première réunion, Heisenberg s'adresse cette fois-ci volontairement à un public de militaires et d'industriels, en parlant de manière plus concrète sur le potentiel de la fission. À la suite de son intervention, vivement intéressé, Albert Speer s'enquiert des moyens matériels pour fabriquer une bombe atomique. Heisenberg évoque le seul cyclotron existant pour l'instant en Europe, celui de Joliot-Curie à Ivry-sur-Seine. Le jeune ministre de l'Armement et des Munitions se déclare prêt à avancer les moyens pour en construire un autre en Allemagne, mais Heisenberg refroidit son enthousiasme en évoquant le manque d'expérience des scientifiques allemands en la matière. Il va encore plus loin en se montrant franchement pessimiste sur les possibilités de réaliser une bombe atomique :

En théorie, nous pouvons fabriquer une bombe, et produire l'explosif approprié. Mais les procédés que nous connaissons actuellement pour réaliser cette substance sont à ce point coûteux qu'il nous faudrait probablement de nombreuses années, et dépenser des milliards, si nous voulions vraiment l'obtenir⁵⁵.

Albert Speer ressort de la conférence peu convaincu sur la bombe atomique, et peu aidé en ce sens par Heisenberg. Et ses entretiens avec Hitler sur le sujet ne le font en rien évoluer :

Au lieu de se faire exposer les questions directement par les personnes compétentes, Hitler préférerait se fier à des sources hasardeuses, à des informations colportées par des gens sans compétence : cela illustre une nouvelle fois sa tendance au dilettantisme et montre son peu d'intérêt pour la recherche scientifique fondamentale. À l'occasion, Hitler me parlait à moi aussi de la possibilité de mettre au point une bombe atomique, mais de toute évidence cette idée était au-dessus de ses facultés intellectuelles⁵⁶.

Adolf Hitler, dont la recherche scientifique ne fait pas partie des centres d'intérêt, a effectivement du mal à saisir l'utilité de l'abstraite fission de l'atome, qui pour l'heure ne permet pas de détruire un char ou raser une ville. Le dictateur nazi est un partisan des armes classiques – les gaz de combat, dont il fut victime durant le précédent conflit, ne seront jamais utilisés durant la Seconde Guerre mondiale. Il s'intéresse de près aux nouveaux modèles d'armes à feu, de canons, de blindés et d'avions, stupéfié à l'occasion son auditoire par la précision de ses connaissances. Par ailleurs, Hitler a l'habitude de tout vouloir tout de suite ou le plus vite possible. Même si les ingénieurs allemands déploient des trésors d'imagination pour concevoir et réaliser les meilleures armes du monde, la marge est ici trop grande pour obtenir une bombe dans un futur immédiat. Sans l'intérêt suprême de Hitler, le projet de l'*Uranverein* est condamné.

Albert Speer, réaliste et surtout zélé serviteur de son maître, enterre rapidement toute hypothèse de priorité conférée à la bombe atomique allemande. En février 1943, une spectaculaire opération de commandos alliés

détruit partiellement l'usine d'eau lourde à Vemork. En parallèle, l'arrêt de livraison de tungstène par les Portugais impose de puiser dans les stocks d'uranium pour continuer à produire des têtes d'obus antichars efficaces. Enfin, les bombardements sur le Reich gênent considérablement la centralisation de la production. Prenant acte, Albert Speer dépossède l'*Uranverein* de la tutelle de l'armée et l'intègre à son ministère de l'Armement et des Munitions, mais s'en débarrasse dans les faits en la plaçant sous la direction du Conseil de la recherche du Reich (*Reichsforschungsrat* – RFR). Un suicide assuré pour le projet atomique, puisque le président du RFR n'est autre qu'Hermann Goering, déjà chef de la Luftwaffe, plénipotentiaire du Plan de quatre ans, ministre-président de Prusse, président du Reichstag, et entre autres grand veneur et protecteur des forêts du Reich. Surtout, le fidèle de Hitler est en pleine disgrâce, incapable de mener efficacement sa Luftwaffe, et progressivement détruit par la drogue. Ainsi présidé, l'*Uranverein* se retrouve noyé dans la jungle de l'administration nazie, voulue par Hitler, et autodestructrice. À titre d'exemple, les relations extérieures du Reich sont éclatées entre huit organisations différentes, dans lesquelles le ministère des Affaires étrangères est loin de dominer. Le renseignement est de même réparti entre neuf structures différentes, et l'économie entre cinq entités rivales. L'administration nazie est ainsi une véritable « boîte de scorpions⁵⁷ », comme la surnomme l'historien François Kersaudy.

L'*Uranverein* n'échappe pas à la règle. Le physicien Abraham Esau, de retour à la tête du projet et détesté par ses pairs, se montre incapable de trancher dans les conflits de susceptibilité. Chacun mène ses recherches comme il l'entend. Werner Heisenberg, après avoir pulvérisé son premier réacteur à Leipzig en juin 1942 et manqué de mourir par la même occasion, est nommé à la tête du Kaiser-Wilhelm Institut de physique à Berlin. Il construit secrètement un réacteur nucléaire dans les sous-sols de l'Institut, baptisé la « maison des virus » pour éloigner les curieux, puis un autre à Haigerloch dans le sud de l'Allemagne. Kurt Diebner, qui dirige les scientifiques allemands employés au cyclotron français de Joliot-Curie, réalise un autre réacteur à Gottow près de Berlin. En 1945, les scientifiques allemands en sont toujours à expérimenter la réaction en chaîne. Les seuls résultats hypothétiques obtenus sont avancés par l'historien allemand Rainer Karlsch, qui évoque trois essais avec des explosifs atomiques, dont un au début de mars 1945 en Thuringe sur le terrain d'exercice d'Ohrdruf. L'auteur retient la thèse d'une charge nucléaire creuse, composée d'uranium faiblement enrichi, détonée en présence de Diebner, avec des prisonniers du camp de Buchenwald volontairement placé à proximité pour analyser les dégâts⁵⁸. Près de 700 condamnés auraient ainsi été victimes avant l'heure d'une explosion atomique. Toutefois, rien ne permet pour l'instant de vérifier de manière certaine ces révélations, par ailleurs fortement contestées⁵⁹. Quoi qu'il en soit, le projet de recherches atomiques allemand ne mène à rien de comparable, de près ou de loin, aux achèvements du projet *Manhattan* par les Alliés.

À l'instar des Britanniques, les Allemands pourraient espérer de l'aide de leurs partenaires de l'Axe. Parmi ces derniers, le Japon dispose durant la Seconde Guerre mondiale d'un programme de recherches nucléaires, mené par deux brillants physiciens de dimensions internationales, Yoshio Nishina (1890-1951) et Bunsaku Arakatsu (1890-1973). Les deux hommes partagent le même cursus prestigieux que de nombreux physiciens européens engagés dans les projets atomiques. Nishina obtient son diplôme d'ingénierie électrique en 1918 à l'université impériale de Tokyo, puis part étudier dans les meilleurs établissements d'Europe de 1921 à 1928. Il découvre les secrets de l'atome au Cavendish Laboratory de Cambridge, et se forme aux mystères de la mécanique quantique à Copenhague auprès de Niels Bohr. Après un passage par les États-Unis, Nishina revient au Japon et reçoit le titre officieux de « Père des nouvelles physiques⁶⁰ ». Il obtient son laboratoire de recherches nucléaires à l'Institut de recherche physique et chimique (« RIKEN ») de Wakō, qui emploie une centaine de chercheurs à l'orée de la guerre. Lors de la découverte de la fission nucléaire par Otto Hahn en décembre 1938, Nishina entreprend de reproduire l'expérience et construit le premier cyclotron du Japon. Extrêmement doué, le physicien japonais réussit de manière remarquable à séparer les isotopes de l'uranium, et en découvre même un nouveau : l' U^{237} ⁶¹.

Diplômé de l'université impériale de Kyoto en 1918, Bunsaku Arakatsu se rend en 1926 étudier la physique à l'université de Berlin, auprès d'Albert Einstein. Il rédige sa thèse à propos de la célèbre formule $E = Mc^2$ de ce dernier, et se passionne pour l'atome. Après un passage à l'incontournable Cavendish Laboratory de Cambridge, Arakatsu, de retour au Japon, entreprend de construire son propre accélérateur de particules. Nommé professeur de physique à l'université impériale de Kyoto en 1936, Arakatsu parvient trois ans plus tard quasiment au même résultat que Joliot-Curie à Paris en déterminant le nombre de neutrons produit par la fission de l'atome : 2,6⁶².

Les travaux des deux physiciens ne manquent pas d'intéresser le gouvernement nippon à l'orée de la guerre. Yoshio Nishina, peu belliqueux dans l'âme mais patriote sincère, accepte en août 1942 une proposition de l'armée de l'air de prendre la tête d'un projet atomique (« Ni-Go ») au RIKEN. La même année, Bunsaku Arakatsu est approché par la très indépendante marine impériale, qui lui propose d'effectuer les mêmes études à l'université impériale de Kyoto (projet « F-Go »). Tout comme en Allemagne, la même absence de centralisation des recherches est commise, gaspillant inutilement les efforts. Et les budgets attribués sont, là aussi, d'insuffisants (Nishina reçoit l'équivalent de 125 000 dollars) à ridicules (1 500 dollars pour Arakatsu)⁶³. Le manque de moyens, d'uranium et d'eau lourde, conjugué à la destruction du RIKEN par l'aviation américaine en 1945, signe l'absence de tout résultat.

Contrairement au *Quebec Agreement* actant la coopération interalliée sur

la bombe atomique, il n'existe à peu près rien de semblable pour l'Allemagne et le Japon. Le seul embryon de collaboration connu concerne le voyage rocambolesque de l'*U-234*. Parti de Norvège le 15 avril 1945, le sous-marin allemand transporte des matériels militaires de pointe pour l'allié nippon, incluant des éléments de chasseurs à réaction Messerschmitt 262, de nouveaux modèles d'obus antiaériens avec détonateurs de proximité, du mercure, et une demi-tonne d'oxyde d'uranium – théoriquement assez pour concevoir deux bombes atomiques. L'*U-234* ne voit toutefois jamais le pays du Soleil-Levant, rattrapé par la capitulation nazie. Son commandement remet docilement le sous-marin au premier navire américain rencontré le 14 mai 1945⁶⁴. Les deux seuls passagers japonais de l'*U-234* préférèrent le suicide à la honte de la reddition, emportant avec eux l'espoir futile d'une coopération atomique de l'Axe.

DEUXIÈME PARTIE

GLOIRES ET HONTES MÉDICALES

V

L'épopée de la pénicilline

« J'aurais produit de la pénicilline dès 1929, si j'avais eu la chance d'avoir à mes côtés un docile réfugié chimiste. »

Alexander Fleming¹

2 avril 1933. Ernst Chain débarque dans le port anglais de Harwich, dans l'Essex. À part ses valises, le jeune homme de 25 ans dispose de dix livres sterling en poche, et d'un diplôme de docteur en chimie. Ernst Chain aurait pu débarquer en France, aux États-Unis, au Canada ou encore en Australie. N'importe où, à vrai dire, du moment qu'il laissait derrière lui son pays d'origine : l'Allemagne. Sur son passeport est inscrite une mention obligeant le nouvel arrivé à refuser tout « travail non rémunéré », afin de ne pas porter préjudice aux salariés anglais. Telle n'est toutefois pas l'intention d'Ernst Chain, pour qui la science et une carrière universitaire l'emportent sur toute autre considération. En échange, le jeune Allemand est prêt à offrir le fruit de ses recherches à son pays d'accueil. Et en cette année de prise de pouvoir d'Adolf Hitler, ce sont comme Ernst Chain 2 600 scientifiques et universitaires qui laissent volontairement derrière eux la nouvelle Allemagne nazie². Presque tous ont le même trait commun. Ils sont juifs.

Les dons gracieux du nazisme

Né à Berlin, Ernst Boris Chain (1906-1979) est issu d'un père russe émigré et d'une mère allemande, d'origine juive. Dans le proche entourage de celle-ci figure Kurt Eisner, philosophe d'extrême gauche et Premier ministre de l'éphémère « première république des conseils de Bavière » en

novembre 1918. De surcroît juif, Eisner a tout pour être haï par les virulentes franges d'extrême droite de Bavière, et est assassiné en février 1919. Le jeune Ernst grandit ainsi dans cette Allemagne agitée par l'héritage trouble de la Grande Guerre. Brillant, ardent et infatigable à la tâche, il développe une passion pour la science héritée de son père disparu au cours de ses premières années, ainsi que pour la musique, et également pour son chat Mitzinka. Comme seules les deux premières s'avèrent durables et rémunératrices, ce sont vers elles qu'Ernst Chain finit par se consacrer, en hésitant professionnellement longtemps entre ces deux perspectives.

Au cours de ses études, Chain s'intéresse particulièrement aux recherches sur les enzymes. Il est diplômé en 1930 en chimie et physiologie de l'université Friedrich-Wilhelm, puis travaille quelque temps dans le prestigieux département de chimie et d'électrochimie de l'Institut Kaiser-Wilhelm à Berlin, dirigé par Fritz Haber, le créateur des gaz de combat durant la Première Guerre mondiale. En parallèle, le jeune homme doit lutter avec ses maigres ressources pour aider sa mère et sa jeune sœur, en pleine crise économique.

La montée du nazisme et l'apothéose finale du 30 janvier 1933 influent profondément sur la décision d'Ernst Chain de s'exiler. « J'ai quitté l'Allemagne car j'étais dégoûté par la bande des nazis, mais non parce que je pensais ma vie en danger », déclare-t-il par la suite. « Je ne pensais pas que ce nouveau régime allait durer plus de six mois³. » Plus inspiré et lucide en biochimie qu'en politique, Ernst Chain quitte définitivement l'Allemagne. Comme tous ceux résolus à partir, sa seule inquiétude concerne sa famille, notamment du fait de l'ancienne amitié de sa mère avec Kurt Eisner. En effet, les nazis ont la rancune tenace. Le jeune homme ne découvrira qu'à la fin de la guerre le sort de sa sœur et de sa mère, assassinées au camp de concentration de Theresienstadt⁴.

La décision irrévocable d'Ernst Chain s'avère pour le moins fondée. Cinq jours après son arrivée à Harwich, les autorités nazies promulguent une nouvelle loi sur le service civil le 7 avril 1933, bannissant de l'université de nombreux enseignants et chercheurs d'origine juive. Outre Albert Einstein, Franz Simon, Rudolf Peierls, Otto Frisch, Edward Teller, Eugen Wigner ou encore Leó Szilárd évoqués précédemment, de nombreux autres scientifiques quittent l'Allemagne avec des idées plus ou moins avancées sur le potentiel de la fission nucléaire, tout juste découverte. Parmi ceux-ci figure le physicien Victor Weisskopf (1908-2002), docteur de l'université de Göttingen, réfugié à Copenhague à l'arrivée des nazis au pouvoir, où Niels Bohr réussit à lui obtenir un poste de professeur aux États-Unis à l'université de Rochester. Hans Bethe (1906-2005), docteur de l'université de Munich, étudie par la suite à l'inévitable Cavendish Laboratory de Cambridge, puis avec Enrico Fermi à Rome. Sur l'invitation de Rudolf Peierls, Bethe part enseigner en Angleterre en 1933 puis rejoint les États-Unis un an plus tard, en tant que professeur à l'université Cornell. James Franck (1882-1964) est pour sa part

déjà un physicien de renommée mondiale en 1933, Prix Nobel de physique en 1925 et professeur à Göttingen. Il s'ajoute à la longue liste des réfugiés recueillis par Niels Bohr à Copenhague, puis rejoint l'université de Chicago en 1938⁵. Tous ces exilés allemands et autrichiens contribueront directement à l'élaboration de la bombe atomique pour les Alliés.

D'autres personnalités comme Lise Meitner refusent publiquement de s'inscrire dans la recherche liée à l'effort de guerre, particulièrement sur la thématique atomique, et se contentent de poursuivre leurs carrières académiques. C'est aussi le cas du fondateur de la physique quantique, le célèbre Max Born, expulsé de Göttingen et accueilli par Patrick Blackett à Cambridge en 1933. Il enseigne par la suite à l'université d'Édimbourg à partir de 1936, refusant constamment de s'impliquer dans les recherches atomiques. Pour sa part, le chimiste Fritz Haber (1868-1934) suscite l'embarras des Britanniques. Très célèbre à l'instar de Max Born, Prix Nobel de chimie en 1918, Fritz Haber est aussi connu pour avoir effectué des recherches sur les gaz de combat durant la Première Guerre mondiale, dont le souvenir atroce est bien présent dans les mémoires. Le chimiste est poliment accueilli à Cambridge, subissant toutefois une sourde répudiation. Heureusement pour les Britanniques, une crise cardiaque de la part de l'intéressé résout leur cas de conscience dès 1934⁶.

De façon notable, ces départs massifs ne concernent pas uniquement des chercheurs d'origine juive. Le physicien et philosophe Erwin Schrödinger (1887-1961) est l'exemple le plus symbolique des scientifiques non juifs s'exilant en signe de protestation. Théoricien de la mécanique quantique et fondateur de la mécanique des vagues, Schrödinger quitte avec fracas l'Autriche et s'installe à Oxford en 1934. Finalement nostalgique de son pays, il y retourne en 1936, enseignant à l'université de Graz. L'*Anschluss* le rattrape en 1936, et malgré une lettre de rédemption publique à Hitler, les nazis ne lui pardonnent pas son départ en 1933. Schrödinger est de retour à Oxford, puis se fait par la suite oublier en Irlande⁷.

Comme l'évoque l'exemple de ces quelques scientifiques, le Royaume-Uni est la première des terres d'accueil privilégiées par les candidats à l'exil. Les Britanniques comprennent immédiatement l'intérêt à tirer de cette véritable manne scientifique, gracieusement offerte par les nazis. Dès 1933, un Academic Assistance Council (AAC) est proposé par un réfugié hongrois fraîchement arrivé à Londres : Leó Szilárd. Nanti de son énergie habituelle, et malgré son obsession nouvelle pour la réaction en chaîne, Szilárd s'investit de plain-pied dans l'élaboration de ce conseil⁸. Renommé par la suite Society for the Protection of Science and Learning (SPSL) en 1936, l'AAC est chargé d'aider les scientifiques européens fuyant le régime nazi. Le dirigeant de l'AAC est Lord Ernest Rutherford, président de la vénérable Royal Society britannique, qui publie au mois de mai 1933 un appel abondamment relayé par la presse, afin de trouver un emploi aux réfugiés. En juin suivant, Lord Rutherford s'adresse directement aux vice-chanceliers de chaque université

britannique en les exhortant à prodiguer des postes aux arrivants, accompagnés si possible de fonds substantiels. Dès le mois de mai 1934, l'université de Londres accueille 67 scientifiques, Cambridge 31 et Oxford 17. Au total, l'AAC puis la SPSP permettent à 2 600 chercheurs de retrouver un emploi académique. 54 d'entre eux deviennent par la suite membres de la Royal Society, 20 obtiennent un Prix Nobel, et 10 sont faits chevaliers⁹.

Pour les scientifiques allemands, la capacité à trouver rapidement un poste universitaire dépend toutefois de leur notoriété, et aussi de leurs relations. Les laboratoires d'accueil profitent en retour des compétences et de l'aura des arrivants, avec par exemple le développement spectaculaire du laboratoire Clarendon de Frederick Lindemann à Oxford, évoqué précédemment. Si Albert Einstein se voit dérouler partout de généreux tapis rouges académiques, notamment par Oxford, dans les faits peu de nouveaux arrivants obtiennent un poste fixe, suscitant un second exode vers les États-Unis. Le physicien Victor Weisskopf déclarera ainsi après guerre : « Les Anglais menaient une politique fort peu visionnaire envers les réfugiés. À cette époque, ils auraient pourtant pu tout obtenir pour rien¹⁰. »

Ernst Chain fait partie de ces chercheurs peu connus. Le jeune homme est même tout à fait inconnu ; il doit faire ses preuves. A l'issue de premiers travaux précaires à l'University College Hospital de Londres et à la Fitzwilliam House de Cambridge, Chain finit par obtenir en 1935 un poste d'enseignant fixe dans la prestigieuse Sir William Dunn School of Pathology de l'université d'Oxford. Une opportunité réjouissante pour le jeune exilé, qui commençait à trouver le temps long : « Cette offre fut pour moi une plaisante surprise, puisque je n'avais à ce moment plus guère d'espoir de trouver un emploi universitaire en Angleterre, et je m'étais fait à l'idée d'émigrer en Australie ou au Canada¹¹. »

La chaire de pathologie d'Oxford est alors entre les mains expertes d'un jeune professeur australien, Howard Florey (1898-1968), directement responsable de la nomination d'Ernst Chain. Diplômé de l'université d'Adelaïde, Howard Florey est venu comme nombre de jeunes scientifiques du Commonwealth tenter sa chance en Angleterre dans les années 1920. Remarquablement doué, Florey brille à Cambridge puis aux États-Unis, avant d'obtenir la chaire de pathologie à Sheffield en 1932, puis celle d'Oxford en 1935. Après avoir offert la chance de sa vie professionnelle à Ernest Chain, Florey lui confie quelques années plus tard en 1938 le libre soin de mettre sur pied un nouveau département de biochimie au sein de son institut de pathologie¹².

Comblé par cette belle réussite à l'âge de 32 ans, Chain se met aussitôt à la tâche avec son habituelle énergie débordante. La seule directive dictée par Florey concerne l'axe général des recherches de ce département. Le grand intérêt du professeur australien concerne alors les lysozymes, récemment découverts en 1922 par le biologiste Alexander Fleming (1881-1955). Florey suspecte, à raison, ces protéines d'être liées aux défenses naturelles de

l'organisme contre les bactéries. Chain dévore l'ensemble des publications traitant des lysozymes, et tombe fatalement sur un article publié par Fleming en 1929 dans le *Journal of Experimental Pathology*. Ce dernier, alors peu connu en dehors des cercles médicaux, évoquait ses découvertes réalisées par hasard sur une moisissure rare, nommée *Penicillium notatum*. Cette publication n'avait alors suscité que peu d'échos, de même qu'un peu plus tôt l'intervention de Fleming au Medical Research Club, dont était issu l'article. Desservi de surcroît par une nature timide, l'orateur avait vu sa présentation recueillir un silence gêné, où l'absence de questions reflétait le manque d'intérêt de la part de l'auditoire¹³.

Près de dix années plus tard, l'effet des travaux de Fleming est tout autre sur Ernst Chain. Encore bien loin d'imaginer ce que lui réserve l'avenir, le jeune scientifique est toutefois troublé par sa lecture. Il dira plus tard : « Quelque chose venait de faire tilt dans mon esprit¹⁴. »

Le miracle d'Oxford

En 1938, la pénicilline est connue, mais non exploitée. Dix années plus tôt, à son retour de vacances en septembre 1928, Alexander Fleming avait découvert sur du matériel non nettoyé un champignon microscopique, introduit par mégarde dans son laboratoire. Ce champignon, un *Penicillium notatum*, avait méthodiquement repoussé tout autour de lui des staphylocoques cultivés pour des besoins expérimentaux. Surpris, Fleming avait aussitôt compris les propriétés antibactériennes du champignon contre les microbes. Toutefois, la « pénicilline », ainsi baptisée, s'était avérée extrêmement instable, et fort complexe à purifier, pour des quantités finales infimes. La découverte de Fleming en était ainsi restée là, officiellement publiée et accessible à tous¹⁵.

Pour Ernst Chain, le nouveau département de biologie de l'institut de pathologie d'Oxford qu'il a lui-même mis sur pied est l'occasion parfaite de reprendre depuis le début cette affaire de pénicilline. Les infections des blessures, aussi bien en temps de guerre que dans les accidents de la vie civile, sont alors une source de mortalité particulièrement importante. Il n'existe rien d'absolument efficace contre l'activité invasive des bactéries. L'arrivée récente des sulfamides au début des années 1930, abondamment produits par l'industrie pharmaceutique allemande, a permis d'améliorer quelque peu la situation, sans pour autant constituer une arme imparable, loin s'en faut.

Sous l'égide de Florey, les travaux de recherches sur la pénicilline sont officiellement lancés au début de 1939, mais piétinent quelque peu devant la difficulté cornélienne de la tâche. Cette même année, Ernst Chain devient enfin citoyen britannique, et n'a plus à se soucier de renouveler chaque année sa demande pour rester en Grande-Bretagne. Au cours de l'été, Chain, qui a eu l'idée peu éclairée de prendre ses vacances en Belgique, plie bagage à la

fin août de justesse avant la déclaration de guerre. Cette dernière semble enfin précipiter les recherches, comme le note Florey le 6 septembre : « Nous avons commencé dans les faits à travailler sur la pénicilline¹⁶. »

Ces recherches n'ont à l'origine aucune portée de type héroïque, telle une croisade historique qui serait lancée contre les bactéries tueuses pour le bien de l'humanité. Seule la curiosité scientifique et le défi d'obtenir de la pénicilline constituent, initialement, une motivation. Chain dira ainsi après guerre :

En ce qui me concerne, la relance des recherches sur la pénicilline était uniquement une affaire de biochimie [...] Je me suis immédiatement intéressé à la pénicilline après avoir pris connaissance de l'article de Fleming non pas car j'espérais découvrir un médicament miraculeux contre le traitement des infections bactériales, mais parce que je pensais qu'il s'agissait là d'un grand intérêt scientifique¹⁷.

Florey abonde lui aussi dans le sens de Chain, de manière encore plus franche : « Je ne pense pas même que l'idée d'aider les souffrances de l'humanité nous ait jamais traversé l'esprit¹⁸. » La production de la pénicilline se déroule en trois phases délicates. En premier lieu, la précieuse substance est laborieusement cultivée en surface et non en cuve, le champignon ne croissant qu'en milieu riche en oxygène. La pénicilline est ensuite purifiée, une phase hautement périlleuse du fait de son extrême instabilité, qui en 1928 avait rebuté Alexander Fleming. Enfin, le produit obtenu est séché, et placé en ampoule. Au cours de l'automne 1939, Florey et Chain n'obtiennent que des quantités infinitésimales de pénicilline, et pures à seulement 0.02 %. Un renfort d'effectifs s'impose.

L'unité d'Oxford s'enrichit ainsi de Norman Heatley (1911-2004), un brillant docteur en sciences naturelles, biochimiste à Oxford au Lincoln College, et d'Edward Abraham (1913-1999), un autre biochimiste de retour de recherches en Suède. Alors que Heatley se charge de trouver un moyen efficace d'extraire la pénicilline, Abraham et Chain travaillent sur sa purification. Heatley finit par découvrir un moyen astucieux pour parvenir à récupérer la pénicilline, baptisé *back extraction*. Il s'agit littéralement d'extraire la précieuse substance dans de l'acétate d'amyle, puis de la plonger dans l'eau, permettant ainsi de modifier son acidité. Le mélange aqueux est ensuite lyophilisé, donnant à la pénicilline sa couleur brune caractéristique. Abraham utilise pour sa part la technique tout juste mise au point de la chromatographie sur colonne, qui permet d'améliorer notablement la purification des composés chimiques.

Ces travaux novateurs s'effectuent dans une ambiance professionnellement courtoise, mais parfois tendue, surtout entre Florey et Chain. Si le premier a souvent tendance à faire preuve d'une franchise directe sans se soucier des réactions engendrées, le second demeure hautement sensible et très marqué par son statut d'exilé. Par ailleurs, l'antisémitisme latent qui imprègne l'Europe dans les années 1930 est tout sauf absent du

Royaume-Uni. À peine quatre ans plus tôt, un véritable affrontement surnommé la « bataille de Cable Street » s'était déroulé en plein Londres entre les fascistes britanniques d'Oswald Mosley et les antifascistes de Phil Piratin. Ce sentiment oppressant accompagne Chain tout au long de ses premières années anglaises :

Je ne pouvais me permettre une sérieuse dispute du fait de ma position très précaire dans ce pays. J'étais devenu citoyen britannique naturalisé depuis quelques mois, et je devais éviter toute action qui pourrait provoquer l'antisémitisme latent qui était alors très répandu. [...] Florey connaissait ma situation et l'exploitait de manière répétée. [...] J'ai toujours considéré que le comportement de Florey à mon égard avait été inexcusable¹⁹.

Des propos assurément sévères à l'égard de Florey, qui éludent quelque peu le rôle déterminant de ce dernier dans l'établissement et le succès de Chain à Oxford. Malgré ces frictions, les travaux sur la pénicilline se poursuivent durant l'hiver 1940, permettant d'obtenir des quantités minimales mais suffisantes pour être testées.

Avant de prétendre prouver l'utilité de la pénicilline contre les microbes, il convient avant tout de démontrer sa non-toxicité. Le premier test de la pénicilline sur êtres vivants se déroule le 19 mars 1940. Deux souris reçoivent des doses de 30 milligrammes de pénicilline, et n'en subissent aucune conséquence néfaste. Mieux encore, les urines des souris se teintent de la même couleur brune présente dans la pénicilline testée, ce qui indique que celle-ci a traversé le corps des souris en restant inchangée, et demeure en conséquence capable d'agir contre les bactéries *in vivo*. La preuve est faite que la pénicilline n'est pas dangereuse, au moins sur certaines espèces. Cette fois-ci, Chain peut enfin laisser libre cours à son enthousiasme : « Les barrières s'abaissaient devant nos espoirs et nos rêves, et nos craintes de voir notre extrait purifié se révéler toxique s'évaporaient [...]. Ce fut le jour crucial dans l'ensemble du processus de développement de la pénicilline, et le jour où tout devint possible²⁰. » Il sera toutefois découvert plus tard que la pénicilline testée n'était pure qu'à moins de 1 % ; les plus de 99 % d'impuretés auraient largement pu s'avérer toxiques pour les souris et ainsi fausser les résultats. En outre, si les tests eussent été réalisés sur des cochons d'Inde (vulnérables à la pénicilline) les résultats auraient pu être là aussi altérés. Mais puisque la chance semble être intrinsèquement liée à l'histoire de la pénicilline, les expériences se poursuivent.

Le 25 mai 1940, l'attention du monde entier se focalise sur les plages de Dunkerque. L'armée britannique et l'élite de l'armée française sont encerclées et sur le point d'être anéanties par un ennemi pas forcément mieux équipé, mais à tout le moins plus flexible et mieux commandé. Le lendemain est censé débiter une gigantesque opération de rembarquement menée par la Royal Navy, qui semble vouée à l'échec face à la suprématie immuable de la Luftwaffe. Pourtant, ce même jour, quelque part dans les beaux laboratoires de la Sir William Dunn School of Pathology d'Oxford, on n'a guère le temps

de penser à ce qui se passe à Dunkerque. Ce sont surtout huit petites souris albinos qui retiennent toute l'attention des chercheurs de l'unité de Florey, et qui à leur manière bien involontaire vont faire de ce jour une date historique.

Avec une habileté consommée, Howard Florey injecte lui-même des *Streptococcus pyogenes* mortels dans chacune des huit souris. Quatre d'entre elles reçoivent différentes doses de pénicilline. Les quatre autres malheureuses créatures sont sacrifiées sur l'autel de la science ; elles servent de « témoins » pour observer l'action invasive des bactéries. L'atmosphère est fébrile dans le laboratoire, où Florey, Chain et Heatley espèrent voir leurs espoirs se confirmer. Ce dernier note dans son journal, au fil des heures :

Les « témoins » devenaient très malades, mais les quatre souris traitées semblaient en bonne santé. Je suis resté au laboratoire jusqu'à 3 h 45 du matin, heure à laquelle les quatre « témoins » avaient succombé. J'ai quitté le laboratoire lorsque le jour commençait à pointer... De retour à 11 h 45, les quatre souris traitées étaient vivantes et bien portantes. J'ai eu une discussion jusqu'à 1 h 15 avec le Professeur [Florey] et Chain, qui voulaient me voir produire immédiatement 100 litres de culture de penicillium par semaine²¹.

À leur retour au laboratoire, Florey et Chain découvrent à leur tour le miracle. Pour le sensible exilé allemand, l'instant est inoubliable. Tout au long de sa vie, Ernst Chain évoquera cette journée avec des étincelles dans les yeux²². Non seulement la pénicilline n'est pas toxique, mais elle combat les infections et tue les bactéries, ou tout au moins les neutralise. La découverte est à ce point révolutionnaire dans l'histoire de la médecine, que les mots manquent pour la qualifier. Quelques années plus tard, en 1943, un autre biochimiste, juif comme Chain, mais d'origine ukrainienne, Selman Abraham Waksman (1888-1973), sera crédité du nom de baptême de cette substance. Dépoussiérant un vieux terme datant de 1871 et signifiant littéralement « contre la vie », Waksman lui donnera une seconde existence et le fera connaître au monde : l'antibiotique²³.

Pour l'heure, Florey et son équipe sont tournés vers la prochaine étape de leur rêve : passer à l'expérimentation sur être humain. Mais encore faut-il améliorer la pureté de la pénicilline, toujours très insuffisante, plafonnant au mieux à 3 % en ces premières années de tests. Norman Heatley poursuit ses travaux sur le problème délicat de l'extraction. Ernst Chain et Edward Abraham se chargent d'améliorer la purification.

L'heure des expérimentations sur l'humain sonne enfin le 17 janvier 1941. Une femme souffrant d'un cancer sans espoir de rémission est injectée de 100 milligrammes de pénicilline, avec son consentement. Las, la patiente est rapidement prise de violents frissons, et meurt. L'impureté de la pénicilline est probablement en cause. Florey et Chain, non découragés, passent au deuxième cas humain. Le 12 février 1941 est une autre date historique dans l'histoire de la pénicilline, alors qu'au même moment la Luftwaffe, battue de jour par la RAF, passe chaque nuit ou presque sa colère sur les cités

britanniques.

En temps de guerre, les possibilités ne manquent pas pour se voir infliger tous les types de blessures violentes imaginables, ou contracter les pires maladies dans l'enfer des champs de bataille. Albert Alexander, lui, s'est pour sa part simplement égratigné sur un rosier. Un banal accident domestique pour ce policier d'Oxford, qui s'est toutefois aggravé d'une double infection de staphylocoques et de streptocoques – ce qui pour l'époque sonne comme un véritable arrêt de mort. Traité inefficacement à l'aide de sulfamides, Alexander n'a cessé de voir son état empirer, l'infection s'étendant aux poumons et lui détruisant un œil.

L'injection de pénicilline réalisée par Florey et son équipe bouleverse l'irréversible. En quelques heures, l'état du policier s'améliore. Ses médecins emploient le mot qui revient sans cesse : « miracle ». Mais faute de quantités suffisantes de pénicilline, et à raison d'un seul gramme par jour, Florey et ses collègues sont rapidement contraints de réutiliser l'urine purifiée du policier. Au bout de cinq jours, les médecins n'ont plus rien du tout à donner au malheureux, dont l'état empire de nouveau, et qui finit par s'éteindre le 15 mars 1941. Mais Albert Alexander n'est pas mort pour rien. La pénicilline semble efficace sur les animaux *et* sur les êtres humains.

L'équipe d'Oxford continue les tests jusqu'en juin 1941, cette fois sur cinq patients dont quatre enfants, moins gourmands en doses de pénicilline. Tous les malades guérissent, sauf un enfant qui meurt mais du fait de complications étrangères à l'expérience. En cette fin de printemps 1941, l'efficacité de la pénicilline n'est plus à prouver. Howard Florey peut légitimement s'enthousiasmer : « Les résultats des essais étaient à ce point propices qu'une expansion du travail, quelles que fussent les difficultés, devenait impérative²⁴. » Le principal enjeu désormais, est d'arriver à la rendre de plus en plus pure, et à la produire dans des quantités industrielles, capables d'au moins faire face aux besoins militaires.

Mais ce défi majeur exige des moyens techniques, des financements, et des effectifs disponibles. En somme, tout ce qui fait défaut ici, les ressources étant phagocytées par l'effort de guerre. Le Royaume-Uni n'a pas les capacités nécessaires pour produire la pénicilline dans les quantités requises. Crédits illimités, industries géantes, main-d'œuvre inépuisable : encore une fois, cette équation n'a qu'une seule solution. En juin 1941, alors qu'à l'autre bout de l'Europe les panzers s'élancent dans les plaines sans fin de Russie, Howard Florey fait ses valises pour les États-Unis.

Objectif Jour J

Lorsque Ernst Chain croise par hasard Howard Florey en train de quitter la Sir William Dunn School bagages en main, il n'est nullement informé de ce voyage et s'entend répondre laconiquement à sa demande de précision sur le

lieu de destination : « Aux États-Unis. » Chain accuse une nouvelle fois le coup face à cette mise au ban : « Aucun autre mot d'explication ne survint de lui. Je quittai la pièce silencieusement mais brisé par l'expérience de ce coup bas, un acte de mauvaise foi, de loin le pire essuyé avec Florey²⁵. » Une passe d'armes qui certes n'arrange pas les relations entre les deux hommes. Circonstance encore plus aggravante pour Chain, Florey emmène Norman Heatley, qu'il apprécie sincèrement. Ce dernier se chargera de régler les problèmes de la production. À Florey de trouver une solution aux délicates questions de coopération avec les industries pharmaceutiques américaines. Comme de véritables représentants de commerce, les deux scientifiques emportent avec eux de précieuses doses du miracle brun, priant pour ne pas le voir altéré par les changements de températures en vol. Florey et Heatley suivent ainsi le même chemin que la mission de Henry Tizard, moins d'un an après le voyage transatlantique du magnétron à cavités.

À l'instar de la Society for the Protection of Science and Learning (SPSL) organisée par les Britanniques en faveur des scientifiques réfugiés d'Europe, les États-Unis disposent de leur propre structure créée en 1933, l'American Emergency Committee (AEC). Contrairement à la SPSL, l'AEC n'appelle pas directement les universités à verser de l'argent, celles-ci étant elles-mêmes assez mal dotées. L'essentiel des fonds provient des fondations juives américaines. Par ailleurs, la société américaine est beaucoup moins encline au concept de l'aide aux réfugiés, assez indifférente à la fois à son propre système universitaire, et de prime abord au drame européen. Les émigrants sont dans les faits surtout perçus comme des concurrents aux universitaires américains. Au total, sur 6 000 universitaires déplacés, seulement 335 sont financièrement pris en charge, de nombreux autres étant toutefois aiguillés vers d'autres associations de moindre envergure²⁶.

Dans les anciens amis d'université de Florey figure Alfred Newton Richards, vice-président des affaires médicales de l'université de Pennsylvanie, et surtout directeur du Committee on Medical Research (CMR), dépendant de l'OSRD de Vannevar Bush. Officiellement établi le 28 juin 1941, ce comité est chargé de superviser « la mobilisation du personnel médical et scientifique de la nation²⁷ ». Le CMR permet ainsi d'assurer la coordination entre les scientifiques militaires, industriels et académiques, sur des thématiques aussi variées que les maladies tropicales, les armes biologiques, les brûlures ou encore les traumatismes. Richards possède une haute estime de Florey, qui a travaillé sous sa direction douze ans plus tôt à l'université de Pennsylvanie²⁸.

Avant de jouer sa carte prometteuse de Richards et de l'OSRD, Florey se rend d'abord avec Heatley auprès d'une autre de ses connaissances, John Fulton (1899-1960), professeur de physiologie à l'université de Yale. Dès 1940 Fulton s'est engagé dans la recherche opérationnelle en créant la Yale Aero-Medical Research Unit, spécialisée dans les études sur les vols à haute altitude. L'œuvre de cette unité se rapproche des travaux réalisés au même

moment par le docteur Sigmund Rascher (1909-1945) à Dachau, mais sans rapport sur le plan éthique. Médecin de la Luftwaffe, membre de la SS et proche de Himmler, Rascher utilise à partir de février 1942 les prisonniers de Dachau pour reproduire des conditions de vol à 15 000 mètres. Les prisonniers souffrent terriblement du manque d'oxygène ; 70 à 80 sont tués, souvent victimes d'embolies gazeuses²⁹.

John Fulton répond aussitôt à la demande de ses confrères Florey et Heatley. Il les oriente vers le Northern Regional Research Laboratory (NRRL) installé à Peoria dans l'Illinois. Les deux hommes sont reçus par Robert D. Coghill, responsable du département Fermentation du NRRL. Heatley se met aussitôt au travail avec les chercheurs de Peoria pour lancer la production de la pénicilline à dimension industrielle. La technique de culture en surface développée à Oxford ne saurait suffire pour ce type de production. L'idéal serait d'adopter la méthode de « fermentation profonde » (*deep fermentation*), une culture submergée qui permettrait nettement d'augmenter les volumes. Cependant, le *Penicillium notatum* ne peut que croître dans un milieu riche en oxygène, et ne produit qu'un rendement dérisoire en culture submergée. La solution au problème serait ainsi de mettre la main sur une nouvelle souche de *Penicillium*.

Heureusement pour les Alliés, la chance n'est jamais loin dans leur découverte de la pénicilline. Quelques semaines après l'arrivée de Florey et Heatley au NRRL, une jeune laborantine du centre, Mary Hunt, obtient le champignon idéal. Cette trouvaille s'effectue avec le même hasard qu'Alexander Fleming, quinze ans plus tôt. Hunt ramène d'un marché de Peoria plusieurs cantaloups, une variété de melon. Après analyse, les légumes s'avèrent contenir des souches de *Penicillium chrysogenum*. C'est ici qu'intervient dans la chaîne de l'histoire de la pénicilline le mycologue Kenneth B. Raper (1908-1987), directeur de l'équipe chargée de trouver un remplaçant au *Penicillium notatum*. Raper teste à tout hasard les souches de *Penicillium chrysogenum* contenus dans les melons, et recueille sans autre effort le succès. Les champignons des melons de Peoria se révèlent en effet d'une excellente qualité, supérieure au *Penicillium notatum* de Fleming³⁰. Ils requièrent par ailleurs beaucoup moins d'oxygène, et sont par conséquent bien plus adaptés à la production industrielle par fermentation profonde. Kenneth B. Raper et Norman Heatley triomphent. Mary Hunt, pour sa part, reçoit le surnom douteux de Moldy Mary (« Marie la Moisie ») pour sa découverte historique.

Laissant Heatley faire bénéficier le NRRL de son expérience, Florey se tourne vers les géants de l'industrie pharmaceutique américaine, afin de les faire participer à l'effort de production de la pénicilline. Sa tournée des plus importantes firmes (Merck, Squibb, Lederle, Abbott et notamment Pfizer) rencontre une attention polie, mais ne recueille aucun résultat concret. Déçu, Florey se tourne finalement vers son ami Alfred Richards de l'OSRD. Aussitôt acquis aux propos de Florey, Richards entame sa propre visite des

compagnies pharmaceutiques. Cette fois-ci, l'ombre de la Maison Blanche et la trésorerie du Congrès viennent appuyer les propos patriotiques de Richards. Abbott, Lederle, Merck, Squibb et Pfizer se laissent séduire. Ces cinq sociétés participent de manière décisive au développement de la pénicilline aux côtés du NRRL.

Le 8 octobre 1941, Richards réunit les sociétés pharmaceutiques et des représentants de l'OSRD pour réaliser un programme commun de recherches et de production sur la pénicilline. Par la suite, la marche de l'histoire bouscule le calendrier. Dix jours après le choc militaire et émotionnel de Pearl Harbor, une seconde conférence se déroule dans une Amérique désormais en guerre. Devant les grandes sociétés pharmaceutiques, un rapport de Robert D. Coghill du NRRL sur la découverte du *Penicillium chrysogenum* appliquée à la technique de fermentation profonde recueille l'enthousiasme général. Le programme de production de la pénicilline entre dans sa phase opérationnelle.

Dans le cas de la firme Pfizer, une anecdote précipite encore un peu plus la rapidité de la mise en production. Le président de la société pharmaceutique est John L. Smith, dont la fille de l'une de ses proches relations souffre alors d'un sévère érysipèle, une infection de peau provoquée par un streptocoque. Une cure de pénicilline suffit à rapidement régler le problème. Stupéfait et désormais totalement conquis par le produit « miracle », Smith ordonne aussitôt de construire une nouvelle usine dédiée à la fabrication de la pénicilline à Brooklyn, New York³¹. Les dollars coulent à flots dans le projet, qui se matérialisera le 1^{er} mars 1944 sous la forme de quatorze gigantesques cuves de 10 000 litres assurant le processus de fermentation. Pour l'heure, Pfizer produit déjà sa propre pénicilline avec l'aide de Heatley, qui délaisse le NRRL afin d'épauler les chercheurs de la société. Dès mars 1942, une certaine Ann Miller de New Haven dans le Connecticut reçoit les premiers soins prodigués par la pénicilline de Pfizer – soit la moitié du stock existant alors aux États-Unis. La patiente guérit d'une septicémie. Dix autres cas traités jusqu'en juin 1942 confirment l'efficacité de la substance³².

Au printemps 1943, la machine industrielle américaine est lancée, mais peine encore à produire des résultats conséquents. Pourtant, en mai 1943, la conférence de Washington présidée par Roosevelt et Churchill vient d'entériner un débarquement en force en Europe du Nord-Ouest, théoriquement dans un an, pour le mois de mai 1944. Il est ainsi impératif de constituer des stocks de pénicilline suffisants pour le Jour J. Pour réaliser cet objectif primordial, le War Production Board (WPB) prend les choses en main. Spécialement édifié sur décret de Roosevelt en 1942, le WPB est chargé d'organiser la répartition et le rationnement de tous les combustibles et matériaux utiles pour l'effort de guerre. L'un des membres du WPB, Albert Elder, conçoit un plan accordant la priorité en termes de matériels nécessaires aux firmes pharmaceutiques Merck, Squibb, Lederle, Abbott et Pfizer. Pour augmenter la productivité, Albert Elder sonne la charge également au niveau des dirigeants de ces sociétés, avec la touche habituelle de lyrisme propre au

Vous êtes vivement invités à rappeler à chacun de vos ouvriers que la pénicilline produite aujourd'hui sauvera la vie de quelqu'un dans un futur proche, ou guérira la maladie d'une autre personne en train de souffrir. Placez des slogans dans vos usines ! Glissez des notices d'information dans les enveloppes de paie ! Créez une émulation dans le travail même pour le moins qualifié de vos ouvriers³³.

Les efforts finissent par porter leurs fruits. Au printemps 1944, pas moins de vingt-deux nouvelles usines sont en cours de finition aux États-Unis et également au Canada. Tournant à plein régime, l'usine de Pfizer à Brooklyn produit à partir de mars deux fois plus de pénicilline en un seul jour que tout ce qui était produit au cours de 1943. La majorité de la pénicilline utilisée par les soldats alliés en Italie, en Normandie et jusqu'à la victoire finale proviendra de Pfizer.

Florey et Heatley, mission accomplie, reprennent le chemin du Royaume-Uni. Leurs travaux pionniers ont été relégués au rang de sympathiques expériences en laboratoires. En Angleterre, les deux scientifiques découvrent une production britannique de pénicilline à peu près au point mort. C'est seulement à partir du 13 octobre 1942 qu'un General Penicillin Committee se réunit pour la première fois, chargé d'accroître la production. Suivant la passion toute britannique pour les comités, ce General Penicillin Committee essaime en trois autres comités, dépendant tous de ministères différents. Un gage assuré d'inefficacité, perdurant jusqu'au début de 1944.

Comme bien souvent, le coup d'accélérateur décisif provient de Churchill, qui prend tardivement connaissance du problème le 13 février 1944 lors d'une séance à la Chambre des communes. Un projet qui n'avance pas, l'échéance du débarquement, le prestige britannique bafoué : c'est plus qu'il n'en faut pour faire bondir le bouillant chef de guerre britannique. Churchill s'enquiert aussitôt des responsables du dossier, et bouscule le ministre de la Production, Oliver Lyttelton, bien incapable de relever le défi aussi vite. Quelques firmes pharmaceutiques britanniques comme Glaxo et Kemball Bishop (rachetée plus tard, de manière révélatrice, par Pfizer) s'engagent courageusement dans la production, sans être en mesure de rivaliser avec les géants américains. Avant même que Lyttelton ne puisse présenter un rapport sur la question, Churchill parle déjà pour l'histoire au Royal College of Physicians le 2 mars 1944 : « La pénicilline a fait son apparition sur le monde juste au moment où les humains sont en train d'être balafrés, déchiquetés et empoisonnés par les innombrables blessures reçues sur le champ de bataille, et lorsque bien d'autres maladies incurables attendent leur traitement³⁴. »

Churchill continue à harceler Lyttelton avant le débarquement de Normandie puis tout au long de l'année 1944, exigeant rapports sur rapports. Inévitablement, le Premier ministre consulte sur ce sujet son conseiller scientifique, Lord Cherwell. Ravi de s'immiscer dans un nouveau domaine et

de distribuer les bons et mauvais points, ce dernier livre son jugement, au demeurant objectif : « Je suis satisfait de constater qu'enfin la production atteint des quantités substantielles. Je suis toutefois préoccupé d'entendre que la qualité de la pénicilline produite dans ce pays est annoncée comme inférieure à celle des États-Unis³⁵. »

En effet, la qualité *et* la quantité de pénicilline produite sont de loin à l'avantage des alliés américains. Une nouvelle fois, les États-Unis ont fait preuve de leur potentiel ombrageux. Désormais, ce sont eux et l'URSS qui dictent les choix des Alliés, et non plus les Britanniques. La grande conférence de Téhéran en novembre 1943 n'a fait que tacitement entériner cet état de fait, confirmé par la suite à Yalta et Potsdam en 1945.

Sur le plan militaire, la pénicilline est testée dès 1942 avec succès sur des pilotes de la RAF, avant de devenir opérationnelle en 1943, certes en très petites quantités. Elle fait des merveilles en Afrique du Nord sur les troupes alliées sévèrement touchées par les maladies sexuellement transmissibles (en particulier la blennorragie). Une simple dose de pénicilline suffit à soigner en une seule journée les soldats atteints, là où tous les autres traitements échouaient³⁶. Lors du débarquement de Salerne en Italie, en septembre 1943, la pénicilline sert directement sur les soldats blessés au combat. Il faut toutefois attendre la bataille de Normandie pour disposer d'un stock suffisant pour toutes les armées alliées, avec 2 millions de doses disponibles en juin 1944. L'objectif *D-Day* a été brillamment atteint, grâce à un bel exemple de coopération interalliée.

Howard Florey et Norman Heatley ont constitué l'élément clé de cette articulation délicate entre Britanniques et Américains. Partis avec quelques échantillons de pénicilline brune dont la conception originelle repose sur les épaules d'Ernst Chain, ils ont engendré un monstre industriel. En quelques mois, la flexibilité décisionnelle et l'efficacité technique américaines ont produit des miracles, généreusement saupoudrés de dollars. Et si d'abord la pénicilline militaire s'est vue privilégiée par rapport aux besoins civils, la production a vite permis de couvrir l'ensemble des besoins. Dès le 15 mars 1945, la pénicilline est ainsi disponible dans les pharmacies américaines. Les civils britanniques devront quant à eux attendre le 1^{er} juin 1946³⁷.

Vivre et laisser mourir

Lorsque les premiers soldats alliés s'effondrent sur les plages normandes au matin du 6 juin 1944, ceux-ci peuvent compter sur un important stock de pénicilline disponible. C'est bien loin d'être le cas pour leurs adversaires. Comme depuis le début de la guerre, les blessés de la Wehrmacht présentent toujours autant de risques de contracter des infections. La pénicilline est pourtant bien connue par les scientifiques allemands depuis 1928 avec sa découverte par Alexander Fleming, de même qu'avec les travaux d'Ernst

Chain et Howard Florey en 1940. Toutefois, cet antibiotique naturel est quasiment introuvable dans le Reich, et réservé à quelques centaines d'heureux élus. Car, si efficace soit-elle, la pénicilline a pendant longtemps été jugée comme non indispensable par les autorités nazies.

Au début des années 1930, comme dans nombre d'autres domaines scientifiques et techniques, l'industrie pharmaceutique allemande domine le monde. Celle-ci fait partie d'un gigantesque conglomerat d'industries chimiques créé en 1925, IG Farbenindustrie, connue sous l'abréviation « IG Farben ». Ce groupe fabrique une vaste gamme de produits, depuis les explosifs militaires jusqu'aux engrais industriels, en passant par les dérivés plastiques, l'essence synthétique ou encore les pesticides. Parmi ces derniers figure le Zyklon B, un efficace destructeur de vermines agricoles, qui une fois détourné de son usage premier obtiendra sa sinistre réputation historique à partir de 1941 dans les chambres à gaz d'Auschwitz. IG Farben réalise également des gaz de combat neurotoxiques, avec 12 000 tonnes de tabun et 600 tonnes de sarin produits pendant la guerre – jamais utilisés au combat³⁸.

En 1930, IG Farben s'offre comme symbole de sa puissance un nouveau siège de direction, le IG Farben-Haus, l'un des plus vastes bâtiments jamais construits au monde. En 1932, défiant les conséquences de la crise économique, IG Farben recrute 5 000 nouveaux salariés, qui s'ajoutent aux 120 000 employés de sa centaine d'usines. Ce total atteint près de 220 000 personnes à l'orée de la Seconde Guerre mondiale³⁹. Parmi les membres d'IG Farben figure la société pharmaceutique Bayer A.G., bien connue pour son célèbre produit breveté en 1899, l'*Aspirin*. Parmi l'offre foisonnante de médicaments de la part de Bayer s'ajoute en 1932 la découverte de ce qui deviendra le Prontosil, par le bactériologiste Gerhard Domagk. Efficace contre certaines infections, le Prontosil ouvre la voie à la nouvelle famille pharmaceutique des sulfamides, actifs contre les bactéries. Les sulfamides se révèlent également utiles contre des infections fréquemment rencontrées sur les champs de bataille, comme la terrible gangrène gazeuse. Produits en abondantes quantités à partir de la seconde moitié des années 1930, les sulfamides contribuent encore un peu plus à l'enrichissement de l'empire d'IG Farben.

Bien que disposant de pouvoirs antibactériens certains, les sulfamides sont toutefois loin de représenter une solution miracle, contrairement à la pénicilline. Ils sont efficaces contre bien moins de bactéries, et peuvent se révéler parfois hautement toxiques pour leurs consommateurs. De surcroît, nombre de bactéries sont susceptibles de développer une résistance face à leur action. Ces limitations importantes amènent de la part de la communauté scientifique allemande des avertissements, mettant en lumière le potentiel remarquable et inexploité de la pénicilline⁴⁰. Les sulfamides étant malgré tout *in fine* jugés amplement suffisants par les nazis, ce sont eux qui équipent les services médicaux de la Wehrmacht au début de la Seconde Guerre mondiale. Si les sulfamides révolutionnent le traitement des blessés par rapport aux

précédentes guerres, leur caractère limité souffre toutefois sévèrement la comparaison avec les effets de la pénicilline alliée. Lorsque débute l'opération *Barbarossa* en juin 1941, la situation a tôt fait de virer au cauchemar, face aux conditions de combats épouvantables immanentes au front de l'Est. Affaiblis par le froid et la fatigue, les soldats allemands meurent par milliers d'infections faute de soins rapides ou efficaces.

L'exemple le plus symbolique de cette impuissance relative face aux infections est prodigué par le cas de Reinhard Heydrich. Le 27 mai 1942 à Prague, le puissant chef SS de l'Office central de la Sécurité du Reich est visé dans sa voiture par l'attaque héroïque de deux commandos parachutistes tchèques. Touché par les éclats d'une grenade artisanale, Heydrich est hospitalisé, ses blessures se révélant non mortelles. Le chef de la SS Heinrich Himmler dépêche à son chevet son médecin personnel, le docteur Karl Gebhardt (1897-1948). Celui-ci constate l'amélioration de l'état de Heydrich, et repousse une suggestion du docteur Theodor Morell (1886-1948), le médecin personnel de Hitler, de réaliser un traitement aux sulfamides, afin de prévenir toute infection. Morell, qui s'enorgueillit de son statut prestigieux, est ouvertement méprisé par ses confrères – au demeurant en majeure partie à raison, l'homme se révélant davantage un charlatan qu'un médecin. Cette fois pourtant, l'idée de Morell n'était pas saugrenue. Parmi les éclats reçus par Heydrich, l'un de ceux-ci avait traversé la banquette rembourrée de la Mercedes, introduisant un crin de cheval dans l'organisme du sinistre chef SS. En quelques heures, une septicémie foudroyante se déclare, qui faute de pénicilline disponible se traduit rapidement par la mort de Heydrich le 4 juin 1942.

Karl Gebhardt sent passer de près le souffle de la colère de Hitler, qui perd l'un de ses meilleurs éléments. Une probable exécution du fautif n'est évitée de justesse que par l'intervention de Himmler, qui en contrepartie impose à son médecin de réaliser des tests sur les sulfamides. Gebhardt fait profil bas et se met aussitôt au travail. Les expériences sont menées au camp des femmes de Ravensbrück, près de Hohenlychen, où 25 000 prisonnières sont mortellement exploitées à la tâche. Les premiers sujets sont toutefois des hommes, amenés du camp de Sachsenhausen. Gebhardt provoque des blessures chez des condamnés à mort, les infecte par la gangrène, puis teste les sulfamides. Les malheureux survivent après d'horribles souffrances, mais ne sont pas libérés pour autant contrairement aux promesses ; tous sont assassinés. Gebhardt s'applique à réduire au minimum les quantités de sulfamides, pour bien prouver leur inefficacité et sauver sa réputation, ce qu'il obtient. Au total 75 prisonniers sont torturés avant la fin des expériences, arrêtées en août 1943⁴¹.

L'intérêt des Allemands pour la pénicilline finit par s'éveiller à cette même période tardive de la guerre. Le manque d'efficacité des sulfamides condamne des dizaines de milliers de soldats blessés, qui seraient pourtant fort utiles pour la défense du Reich. Le résultat des expériences menées par Florey

et Chain en Angleterre est cependant bien connu des scientifiques allemands. Conformément aux habitudes de la recherche scientifique, mais de façon quelque peu hasardeuse en temps de guerre, les deux chercheurs britanniques ont aussitôt publié le résultat de leurs tests le 16 août 1941, dans la célèbre revue *The Lancet*. Et les Allemands n'ont eu aucune difficulté pour se la procurer, puisque celle-ci est diffusée auprès des pays neutres comme la Suède et la Suisse. Cette dernière nation s'intéresse elle aussi de près à la pénicilline. Le mycologue Ernst Gäumann (1893-1963) de l'École polytechnique fédérale de Zurich est approché par les Allemands pour produire de la pénicilline, ce qu'il accepte. Gäumann doit toutefois disposer de souches du précieux champignon. La délicate demande auprès des Britanniques est effectuée par la société de chimie Ciba de Bâle, directement à Howard Florey.

En temps de paix, l'échange de souches entre scientifiques relève de la pratique courante. En plein conflit, et sur un sujet aussi sensible que la pénicilline, les choses diffèrent. Les Britanniques ne sont pas dupes : si des cultures de *Penicillium notatum* sont envoyées en Suisse, les Allemands mettront aussitôt la main dessus. Les espions germaniques fourmillent dans ce pays, aux relations par ailleurs pour le moins ambiguës avec l'Allemagne nazie. Pour les Britanniques, ce problème pose un véritable cas de conscience éthique. Il s'agit de décider entre laisser vivre ou mourir des soldats ennemis. Selon les conventions internationales, dont celles de Genève, rien ne distingue un blessé ami ou ennemi. L'impact de la pénicilline sur les opérations militaires est cependant ici potentiellement lourd. Florey, lorsqu'il prend connaissance de la demande des chimistes suisses de Ciba, réagit moins en scientifique qu'en patriote et avertit ses supérieurs :

[Il semble] hautement non souhaitable que les Suisses et par conséquent les Allemands reçoivent de la pénicilline. Je pense qu'il serait tout à fait utile que des instructions soient données [...] afin de ne pas fournir des cultures de *Penicillium notatum* à quiconque pourrait disposer de relations avec l'ennemi, et d'envoyer une lettre à Fleming à ce propos⁴².

En effet, le fait d'avertir Alexander Fleming se révèle utile, puisque ce dernier avait selon ses propres dires déjà diffusé dans les années 1930 « un très large nombre de cultures⁴³ ». Plusieurs de ces souches de *Penicillium notatum* ont ainsi été envoyées à un certain docteur Schmidt, chercheur au centre d'IG Farben de Marburg. Ce dernier n'avait toutefois pas conservé les cultures. Au moins un autre scientifique allemand s'est procuré au début des années 1930 les souches de Fleming, le microbiologiste Julius Hirsch, professeur à l'université de Berlin. Heureusement pour les Britanniques, en 1933, Hirsch, d'origine juive, s'est tout comme Ernst Chain décidé à quitter le pays non sans emmener avec lui les précieuses cultures. Florey, toujours aussi peu amène avec Fleming, se charge en personne de lui écrire, afin d'éviter de renouveler ce qui constituerait désormais une erreur. Le professeur

britannique refuse de même une demande officielle de la Croix-Rouge le 21 octobre 1942, arguant – non sans raison – qu’il apparaît « hautement improbable que la [pénicilline] soit disponible en quantité suffisante pour le grand public avant une très longue durée⁴⁴ ».

Pour leur part, les Américains s’embarrassent bien moins de scrupules moraux. Fraîchement entrés en guerre, ils ont pour but premier de vaincre l’Allemagne nazie, puis le Japon. Le 20 décembre 1941, Robert Coghill, directeur des Northern Regional Research Laboratories à Peoria, reçoit une notification express de la Maison Blanche. Toute transmission d’informations sur les méthodes de production de la pénicilline est absolument exclue⁴⁵. L’intransigeance est de mise ; il faut laisser les blessés allemands mourir, ce qui facilitera d’autant la victoire alliée.

Faute de pouvoir compter sur une collaboration philanthropique de la part des Alliés, les Allemands tentent de se saisir de stocks existants en Europe occupée. À Prague, une équipe de jeunes scientifiques tchèques réunie autour du chimiste et pharmacien Jiří Fragner parvient à produire son propre antibiotique en 1943, peut-être un dérivé de pénicilline, baptisé « Mykoin BF510 ». Pendant un an, Fragner et ses compagnons dissimulent avec succès leur découverte, avant de voir les nazis s’en emparer. Au Pays-Bas, où la technique de fermentation profonde avait été testée pour la première fois au monde dans les années 1930, la société Koninklijke Nederlandsche Gist- en Spiritusfabriek réussit l’exploit de produire sa propre pénicilline. Identique à celle produite par les Alliés, cette pénicilline, baptisée « Bacinol », est expérimentée tardivement de mars à juillet 1945, utilisée en particulier lors de la dramatique famine hollandaise précédant la fin de la guerre⁴⁶.

Les Allemands s’intéressent également de près aux réserves de l’Institut Pasteur à Paris, et à Federico Nitti (1903-1947), chef du laboratoire de bactériologie du Laboratoire de chimie thérapeutique de l’Institut Pasteur. Ils suspectent fortement le biologiste français d’origine italienne de posséder une précieuse souche de *Penicillium notatum*, du fait d’une imprudence de Nitti comparable à celle de Florey et Chain. Après avoir traité avec succès un bébé de quatre mois atteint de méningite en janvier 1944, Federico Nitti s’est lui aussi empressé de publier ses travaux, repris de surcroît à deux reprises par la presse française aux mois de mars et juin suivants⁴⁷.

Retrouvées par chance dans les collections de l’institut, Nitti dispose en effet de souches actives de *Penicillium notatum*, sur lesquelles il veille jalousement. Le chercheur pastorien rejette en bloc les premières demandes des autorités allemandes, comme le rapporte Jacques Tréfouël (1897-1977), directeur de l’Institut Pasteur et directement engagé dans la Résistance :

Nitti disposait de deux souches. Il en obtint une par un coup de chance, en exposant à l’air une boîte de Petri. Souche médiocre qui permit de commencer l’étude, mais qui ne pouvait conduire à des résultats pratiques. L’autre fut retrouvée dans nos collections et se révéla active.

Les Allemands avaient eu vent de la chose. Ils réclamèrent leur part. Nitti répondit

qu'il n'avait pas eu de résultat intéressant, qu'il avait laissé périr la souche. Un mois après, nouvel assaut. Ils savaient que la souche existait encore. Ils l'exigeaient ; c'était un ordre. « Bien, leur dit Nitti, je vais essayer de la faire démarrer. » Il leur prépara un repiquage de la souche stérile. Ils en furent ravis, et saluèrent jusqu'à terre⁴⁸.

Par la suite Federico Nitti s'engage de plain-pied dans la Résistance avec Jacques Tréfouël, tout comme au total 11 % des membres de l'Institut Pasteur⁴⁹. À la tête d'une équipe de six hommes, Nitti dirige un dépôt de médicaments pour les résistants, qui devient une pharmacie centrale pour les Forces françaises de l'intérieur (FFI), fournissant matériel chirurgical, sérums, médicaments et vaccins variés. Nitti rejoint le Parti communiste en parallèle à la libération de Paris en août 1944, avant d'être décoré de la médaille de la Résistance en 1945⁵⁰.

Si les Allemands échouent à s'emparer de souches valables de *Penicillium notatum* de l'Institut Pasteur, Federico Nitti en cède secrètement à la Société des usines chimiques Rhône-Poulenc (SUCRP). Relativement ménagée par l'empire d'IG Farben qui ne souhaite pas s'emparer en plus de la chimie française, la SUCRP réussit à la fois à éviter toute compromission excessive avec l'Occupant, et à organiser des activités de résistance. A partir des souches fournies par l'Institut Pasteur, les chimistes de Rhône-Poulenc parviennent à produire secrètement de petites quantités de pénicilline française à partir d'octobre 1943, et ce jusqu'à la Libération, pavant ainsi la voie à une production nationale après guerre⁵¹.

Mis devant le fait accompli, les scientifiques allemands n'ont plus qu'à se débrouiller eux-mêmes. Ils partent ainsi du même point de départ que Chain et Florey, mais avec deux à trois ans de retard, et sans disposer de cultures de *Penicillium notatum*. À partir de 1942, les scientifiques de Hoechst AG débute leurs travaux de recherches, avec une équipe de seulement deux personnes. À la fin de 1943 les effectifs ont grimpé à dix chercheurs, qui ont réussi à mettre la main sur des cultures de pénicilline. Ils obtiennent une belle réussite en développant à partir de 1944 la méthode de fermentation profonde déjà utilisée de manière industrielle par les usines Pfizer aux États-Unis. Ce n'est toutefois qu'au mois d'octobre que les premières ampoules de cette pénicilline nazie sont livrées.

Dans une marche retardataire sur les pas de Florey et son équipe d'Oxford, les scientifiques allemands de Hoechst soignent à la fin de 1944 à l'hôpital d'Edenkoben une femme souffrant d'une septicémie généralisée. Et là où cette infection s'était avérée fatale pour Heydrich, le miracle de la pénicilline se produit. Ce succès entraîne en janvier 1945 un plan massif de production, dont est désormais bien incapable l'industrie allemande ravagée par les bombardements. À cette période tardive de la guerre, la production mensuelle plafonne à 30 dérisoires grammes⁵². La pénicilline ne pèse à peu près en rien dans l'effort militaire allemand. Seules quelques centaines de personnes semblent *in fine* avoir bénéficié de cette production allemande⁵³. Parmi ces rares chanceux figurerait un auguste bénéficiaire, Adolf Hitler.

Le docteur Theodor Morell n'est pas qu'un médecin en vaste surpoids aux pratiques douteuses, c'est également un réel spécialiste de dermatologie, ce qu'il n'a pas vraiment l'occasion de pratiquer avec Hitler. Il administre en huit années de confiance (brutalement rompues dans les derniers jours d'avril 1945) pas moins de 90 « médicaments » divers et variés au Führer. Ces substances incertaines visent davantage à traiter les symptômes, assez souvent avec succès, que l'origine réelle. Certaines se montrent pour le moins douteuses, voire ne possèdent aucune efficacité prouvée⁵⁴. Cette vaste gamme redoutable pourrait avoir été à la fois la cause de la capacité du dictateur nazi à tenir plusieurs années une charge de responsabilité bien trop importante pour un seul homme, mais aussi de sa décrépitude accélérée. La maladie de Parkinson pourrait être aussi le résultat de ces « soins » (même si plusieurs symptômes existaient avant l'arrivée de Morell), que le ventripotent médecin nazi se refuse presque jusqu'à la fin à considérer comme réelle, mais pourtant diagnostiquée à distance par plusieurs médecins de renom.

Par ailleurs, nombre des « médicaments » administrés se révèlent avant tout de redoutables drogues. Si ses cocktails qu'il nomme « vitamultin » contiennent des produits inoffensifs comme du fruit d'églantier, du citron ou du sucre raffiné, la méthamphétamine y est aussi présente. Le 18 juillet 1943, à l'occasion d'une rencontre avec Mussolini pour le convaincre de rester dans l'Axe, Hitler souffre d'une indigestion et se tord de douleur. Morell essaie alors un puissant analgésique, l'eucodal, dérivé synthétique de l'opium. L'effet est immédiat. Hitler se remet sur pied et écrase de son monologue le dictateur italien, qui renonce à se séparer de l'Allemagne. Mais la dépendance s'installe logiquement très rapidement, aggravant encore les dégâts⁵⁵.

Un an plus tard, le 20 juillet 1944, une bombe explose au quartier général de Hitler dans les sombres forêts de Rastenburg, en Prusse-Orientale. La résistance militaire allemande au nazisme atteint là son éphémère apogée, corrélée le soir même par le début de son extermination. Car si Hitler fait partie des victimes, il n'est par (mal)chance que légèrement atteint, et toujours bien alerte pour sonner la répression. Dans l'immédiat, du moins. Car afin d'éviter une malencontreuse réédition du cas Heydrich avec une nouvelle septicémie foudroyante, son docteur favori, Theodor Morell, lui administre aussitôt de la pénicilline, et note dans son journal le soir : « Pulsation 100, régulière, puissante, pression sanguine 165-170. Blessures traitées avec de la pénicilline⁵⁶. »

Rien n'indique toutefois l'origine de cette pénicilline. La substance est susceptible d'être plus ou moins impure, comme celle produite par la société tchèque Hamma installée à Olmütz et appartenant à Morell, qui fabrique en 1944 sa propre pénicilline douteuse en parallèle aux chimistes de Hoechst. Hamma fait partie des cinq usines appartenant à des Juifs rachetées sous la contrainte par Morell durant la guerre⁵⁷. Le médecin de Hitler aurait par ailleurs été aisément en mesure de se procurer des ampoules de pénicilline alliées, fréquemment trouvées sur les aviateurs abattus et faits prisonniers, ou

encore par le biais des pays neutres comme la Suisse et la Suède, alimentées en petites quantités par les Alliés. Malgré ces incertitudes, il demeure tout à fait possible que la pénicilline de Morell ait sauvé Hitler d'une infection mortelle causée par les éclats de bois provenant de la lourde table de réunion. Le dictateur nazi pourrait ainsi ironiquement devoir la vie à la pénicilline, pourtant délaissée par les scientifiques allemands au profit des sulfamides et quasiment inusitée. Hitler profite des derniers mois de sursis qui lui restent pour achever d'anéantir l'Allemagne, et alourdir encore davantage la liste immense des victimes de la Seconde Guerre mondiale.

Douze ans après son débarquement à Harwich en sa qualité d'Allemand, Ernst Chain termine pour sa part la guerre dans le camp des vainqueurs, avec la nationalité britannique. Une autre ironie remarquable de l'histoire de la pénicilline, avec un ressortissant allemand venant de lui-même et par la faute de Hitler offrir en cadeau le miracle de la pénicilline à l'Angleterre, qui fera défaut à l'Allemagne pendant toute la guerre. Car c'est bel et bien l'action d'Ernst Chain qui permet en 1939 de lancer le processus de fabrication et d'en définir la composition chimique. Le troisième homme majeur du trio magique, auquel il conviendrait probablement de rajouter Norman Heatley, est Howard Florey. Le jeune professeur australien a offert sa chance à Chain en l'accueillant à la Sir William Dunn School d'Oxford, l'aiguillant sur les recherches liées à la pénicilline en 1938, et participant à son développement. Le destin de la pénicilline est ainsi intrinsèquement lié à ces trois personnalités, aux relations par ailleurs parfois houleuses, sans pouvoir réellement distinguer un mérite supérieur. Mais, contrairement à Florey et Fleming, Chain est parti de rien et était inconnu à son arrivée en Angleterre.

Quelques mois après la victoire alliée, l'heure de la reconnaissance sonne enfin. De manière logique, les trois hommes reçoivent le Prix Nobel de physiologie et de médecine, « pour leur découverte de la pénicilline et de sa valeur curative dans de nombreuses maladies infectieuses⁵⁸ ». Attisée par le catalyseur de la Seconde Guerre mondiale, la pénicilline vient de révolutionner la médecine.

VI

Les vaccins du typhus

« Dans les camps, les “criminels” se comptaient par dizaines de milliers. Et quel champ d’application idéal ! [...] Que demandait de plus celui qui, parmi les médecins, représentait le type de maître du prochain millénaire : le médecin SS ? »

Eugen Kogon¹

Été 1942. Depuis des siècles, Lwów change régulièrement de conquérant. Polonais, Autrichiens, Ukrainiens et Russes se disputent la belle cité, centre historique de la Galicie. Mais cette fois-ci, ce sont les Allemands qui imposent leur loi. La Gestapo traque impitoyablement les Juifs en profitant de l’antisémitisme ambiant, parfois aidée directement par les Ukrainiens. Mais elle protège également l’entrée de l’« Institut Weigl », adjacent à l’église Saint-Nicolas de Lwów. Les agents de la Gestapo, souvent d’anciens policiers, méconnaissent largement la nature des activités pratiquées en ces lieux mystérieux. L’inspection en règle du bâtiment leur apprendrait pourtant qu’ils veillent à leur insu sur l’un des centres de la Résistance polonaise. Mais encore devraient-ils oser fouiller l’Institut. Comme pour les prisonniers des camps, la peur du typhus freine décisivement les ardeurs nazies.

Le maître des poux

Si les Allemands se montrent à ce point pusillanimes face à la contagion, ils sont paradoxalement les principaux responsables de la propagation des maladies. Les camps de prisonniers, de concentration, d’extermination et autre ghettos établis dans le Reich constituent des refuges idéaux pour les microbes.

Ceux-ci prospèrent grâce aux surpopulations, les conditions d'hygiène atroces et la malnutrition affaiblissant les organismes. La tuberculose pulmonaire fait des ravages parmi les détenus, de même que le choléra et la dysenterie. Le typhus exanthématique, aux accents historiquement si terribles, constitue l'une des maladies les plus redoutées de ces maladies des camps.

En 1812, les soldats de Napoléon n'ont aucune idée de ce qui dévore leur corps et anéantit l'armée impériale en Russie. C'est seulement en 1909 que le chercheur français Charles Nicolle (1866-1936) de l'Institut Pasteur de Tunis rend publique l'origine du typhus exanthématique : « Seul le sang de l'Homme convient exactement à la nourriture du Pou ; celui des singes vient ensuite ; aucun être vivant ne saurait les remplacer². » Le *Pediculus humanus humanus* (« pou du corps ») est effectivement le principal vecteur du typhus ; une découverte tardive qui vaut le Prix Nobel de médecine à Nicolle en 1928. Les poux du corps sont susceptibles de contenir la bactérie du typhus exanthématique, dénommée *Rickettsia prowazekii*. Après avoir été mordue, la victime subit deux semaines plus tard un vaste exanthème donnant son nom à ce type de typhus, et de très fortes fièvres. Faute d'amélioration, la mort survient rapidement. Si désormais les *Rickettsia prowazekii* ne font plus guère le poids face aux antibiotiques, ces derniers en sont encore à l'état de balbutiements dans les années 1930. Le typhus constitue ainsi une menace toujours redoutable au début du ^{xx}e siècle.

La Première Guerre mondiale est l'occasion pour le typhus d'une nouvelle démonstration de son potentiel dévastateur. Si les poux gâchent la vie des soldats sur le front Ouest, le typhus ne provoque toutefois que peu de victimes, avec pour les Allemands un total de 1 500 morts sur 33 000 infectés (incluant les autres fronts). Sur le front occidental, le typhus ne débouche pas en épidémies incontrôlables grâce à l'observance des règles élémentaires d'hygiène. Les soldats quittant le front et s'y rendant doivent passer par des bains spéciaux de désinfection détruisant les poux, leurs uniformes étant eux-mêmes désinfectés ou brûlés.

Sur les fronts de l'Est et des Balkans, les faibles mesures d'hygiène débouchent en revanche sur des ravages. Une épidémie de typhus touche la Serbie peu après l'invasion autrichienne, entraînant 120 000 morts sur 500 000 cas, et contribuant décisivement à sa défaite ; la Serbie perd davantage de soldats malades que tués ou blessés. Un constat identique sur le front oriental, où au sein de l'armée turque le paludisme, le choléra et le typhus réunis font sept fois plus de victimes que les combats³. Pour leur part les Allemands ont la partie à ce point rude sur le front Est face aux Russes infestés, que l'héritier royal Guillaume de Prusse en vient à publier une lettre dans la presse pour appeler aux dons. De manière révélatrice sur l'ignorance de la maladie, le Kronprinz se méprend sur l'origine du typhus : « Nos forces sur le front de l'Est sont submergées par le fléau des vers. Pour dominer cette menace, et en particulier afin d'arrêter la diffusion de la maladie, nous devons disposer de bains et de moyens de désinfection pour les vêtements des soldats,

ce qui coûte beaucoup d'argent⁴. » Les poux quant à eux ignorent la fin de la Première Guerre mondiale et continuent à faire des ravages au cours de la guerre civile russe. Même Lénine, pourtant obnubilé par sa révolution et peu regardant sur les sacrifices, finit par s'émouvoir de manière lyrique : « Camarades, nous devons concentrer toutes nos forces sur ce problème. Ou bien les poux vaincront le socialisme, ou bien le socialisme vaincra les poux⁵. »

Si le typhus était efficacement traité et maîtrisé par l'armée allemande durant la Première Guerre mondiale, cette thématique médicale s'est vue totalement délaissée par la suite. À la veille de la Seconde Guerre mondiale, la Wehrmacht et la Waffen-SS sont puissamment vulnérables face aux épidémies, qu'elles contribuent ironiquement à propager avec les camps de prisonniers. L'un des rares spécialistes du typhus dans l'armée allemande est alors Hermann Eyer (1906-1997), un hygiéniste et microbiologiste, docteur en médecine et en chimie. Foncièrement opposé au nazisme, Eyer n'éprouve toutefois aucune contradiction à s'engager dans l'armée allemande en 1935 en sa qualité de patriote. Il poursuit en parallèle sa brillante carrière universitaire, devenant professeur à Berlin en 1937. Lorsque débute la Seconde Guerre mondiale en septembre 1939, Hermann Eyer suit l'armée allemande victorieuse en Pologne, et s'installe à Cracovie. Il occupe l'Institut de microbiologie de l'université Jagellonne, dont le recteur et la majeure partie des professeurs viennent d'être arrêtés et déportés par les SS. Eyer établit à la place l'Institut de recherche sur le typhus et les virus de l'OKH de Cracovie, avec pour objectif de produire un vaccin. Le microbiologiste allemand sait parfaitement que dans la proche cité de Lwów les Polonais produisent un vaccin contre le typhus réputé comme le plus efficace du monde. Malheureusement pour Eyer, Lwów se trouve en zone soviétique suivant le partage de la Pologne conclu secrètement un mois plus tôt, le 23 août 1939, entre les deux ministres des Affaires étrangères allemand et russe, Joachim von Ribbentrop et Viatcheslav Molotov.

Le créateur de ce fameux vaccin est le polonais Rudolf Weigl (1883-1957), professeur de biologie générale à l'université de Lwów depuis 1926. Son laboratoire à Lwów fait partie d'un cordon sanitaire visant au début des années 1920 à contenir les épidémies dévastant la Russie, alors en pleine guerre civile. Bien que d'ascendance purement allemande, Weigl a perdu son père très tôt, son éducation rigoureuse provenant d'un beau-père polonais. Il se sent dès lors profondément patriote : « Regardez-moi, je suis de sang entièrement allemand, mais je me suis identifié à la Pologne lorsqu'elle n'existait même pas sur la carte, et je serai toujours polonais⁶. »

Le problème de l'étude du typhus tient à la difficulté de se procurer des bactéries *Rickettsia prowazekii*, présentes directement sur les poux infectés. Weigl a l'idée de procéder de façon inverse, en transmettant la maladie à des élevages de poux sains, pour ensuite les broyer et en faire un vaccin. Les bactéries sont ainsi susceptibles de se conserver à travers les générations

successives de poux infectés. Grâce à ses recherches anatomiques, Weigl sait que le rectum des poux est particulièrement résistant, à même de supporter une injection à l'aide d'une pipette microscopique. L'affaire exige toutefois une extrême dextérité, ce que Weigl possède. Pour la première fois dans l'Histoire, un insecte devient un animal expérimental.

Comme souvent avec les recherches sur les maladies infectieuses, Rudolf Weigl finit lui-même par attraper le typhus qu'il s'acharne à cultiver à travers les bactéries, et profite de l'occasion pour démontrer la validité de son élevage de poux. Aidé par sa femme, Zofia Kulikowska Weigl, et à moitié délirant sous la fièvre, il laisse des poux sains prélever du sang sur son corps. Ceux-ci contractent rapidement le typhus, et sont utilisés pour produire la précieuse substance. Si son vaccin accède à la notoriété, Weigl n'est toutefois pas pressé de le tester sur d'autres humains que lui. Il souhaite d'abord reproduire des centaines de fois la transmission du typhus des poux aux animaux, et inversement. Mais d'autres ont moins de scrupules. Plusieurs visiteurs repartent avec le vaccin, dont le microbiologiste Charles Nicolle qui le teste avec succès sur quatre enfants en 1928. L'un des techniciens de Weigl, Michal Martynowicz, se passe de la permission de son supérieur et vaccine sa propre femme. Weigl tente de stopper l'expérience, puis, mis devant le fait accompli, donne son accord pour lancer la production.

Pour faire face à la demande, le laboratoire de Weigl s'industrialise. Cinquante personnes rémunérées donnent deux fois par jour leur sang à 30 000 poux, à l'aide de cages en bois placées sur leurs jambes. Les poux sont ensuite infectés, puis se nourrissent de nouveau plusieurs jours sur des donneurs vaccinés. Au cours d'une semaine de prélèvements, un donneur peut fournir un vaccin à 300 personnes. Les poux sont ensuite tués dans du phénol, leurs intestins transformés en pâte qui fournit le vaccin. Ce dernier contribue à combattre efficacement le typhus en Pologne durant l'entre-deux-guerres. Trente doses sont fabriquées par jour en 1930, puis une centaine quelques années plus tard. En 1938, 60 000 Polonais ont été vaccinés, et 160 000 en 1940. Seuls trente cas émergent parmi ceux-ci, dont aucun mortel. De 44 000 cas en 1919, ce total passe à 1 000 dans les années 1930⁷. Aucun autre vaccin dans le monde n'obtient de tels résultats contre le typhus.

À la veille de la Seconde Guerre mondiale, Rudolf Weigl est une célébrité reconnue dans le monde scientifique. Il accepte une invitation du gouvernement italien, pourtant clairement fasciste et allié de l'Allemagne nazie, de venir en Éthiopie prévenir la propagation du typhus. 13 500 inoculations sont effectuées en mars 1939, mais le vaccin ne fonctionne guère, du fait des conditions différentes régnant sur les hauts plateaux africains. Weigl repart avec des poux locaux pour confectionner un nouveau vaccin. En parallèle, le scientifique polonais est fait chevalier de la grande croix de l'ordre de Saint-Grégoire-le-Grand par le pape Pie XII, pour avoir contribué à protéger les missionnaires belges en Chine⁸.

Suite à l'occupation allemande de la Pologne en septembre 1941,

Hermann Eyer tente de reproduire la méthode de Rudolf Weigl dans son nouvel institut à Cracovie. Celle-ci se révélant très délicate, Eyer doit se contenter d'un échange avec les Soviétiques occupant Lwów, qui livrent des doses de vaccins contre des microscopes de pointe allemands. Les choses changent après l'attaque allemande à l'Est, le 22 juin 1941. Lwów tombe rapidement aux mains de la Wehrmacht. Les professeurs d'université subissent le même sort que leurs confrères de Cracovie. Weigl, célèbre, utile et de sang allemand, est épargné et se voit même proposer d'être admis sur la liste des *Volksdeutsche*, avec à la clé des garanties de sécurité, de meilleures rations et un lieu de résidence attribué. On lui propose même une chaire à l'université de Berlin, et une recommandation pour le Prix Nobel. Weigl, horrifié par les massacres de ses collègues et toujours aussi patriote dans l'âme, reste fidèle à son attachement à la Pologne, et refuse.

Hermann Eyer entre enfin à son tour dans Lwów, et se saisit aussitôt du laboratoire de Weigl. Ce dernier le connaît grâce à ses travaux, et les deux hommes ont probablement été en contact après 1939, malgré l'occupation soviétique. Weigl lui fait relativement confiance, et, souhaitant conserver et continuer à utiliser son œuvre médicale, préfère encore travailler avec Eyer qu'avec la SS ou les autorités civiles nazies. Le laboratoire de Weigl est désormais rattaché à l'Institut de recherches sur le typhus et les virus de l'OKH de Cracovie, sous protection de la Gestapo. Il devient paradoxalement un lieu de survie secret à Lwów, notamment pour les intellectuels polonais. Des emplois en tant que donneurs de sang pour les poux permettent de porter assistance à des Juifs et des membres de l'*Armia Krajowa* (AK), la Résistance polonaise non communiste. La moitié des dissecteurs de poux font ainsi partie de l'AK. Ils s'appliquent à réduire significativement les concentrations de viscères de poux infectés à destination de la Wehrmacht, alors qu'une partie des vaccins est détournée pour l'AK. La carte d'identité orange estampillée «OKH» avec l'aigle de la Wehrmacht, que possèdent les employés de l'Institut Weigl, a valeur de sésame pour la vie. 1 200 à 3 000 personnes sont employées (en partie de manière fictive) par le laboratoire de Weigl. Le vaccin contre le typhus est aussi une autre manière de survivre sous l'occupation allemande.

Pour sa part, Hermann Eyer se conduit très correctement avec ses employés polonais de Cracovie et de Lwów, qui reçoivent la ration alimentaire la plus haute permise dans le Gouvernement général. Il n'hésite pas à plaider la cause des membres de ses deux instituts arrêtés par la Gestapo, s'attirant par la même occasion des ennuis à plusieurs reprises. Mais malgré tous ses efforts, en outre parasités en sous-main par l'AK, les doses fournies à la Wehrmacht demeurent tout à fait insuffisantes.

Au cours de l'automne 1941, les armées allemandes s'enfoncent profondément en Russie, s'emparant de Rostov-sur-le-Don, et menaçant directement Moscou. Mais le spectre de la Grande Armée de Napoléon plane dans tous les esprits quel que peu érudits. Le souvenir du froid, de la neige, du

typhus, de la résistance des armées russes, brosse un sombre tableau. Et il suffit de quelques semaines de terribles affrontements pour de nouveau convoquer en décembre l'ensemble de ces éléments sur l'autel de l'Histoire, dans les mêmes plaines maudites, entre Smolensk et Moscou. Mal préparée pour une guerre hivernale et laminée par les combats, la Wehrmacht est bousculée par la contre-offensive des troupes sibériennes devant la capitale soviétique. Le typhus ravage les rangs des soldats allemands recrues de fatigue. Les services médicaux totalement désorganisés ont le plus grand mal à distribuer les vaccins envoyés par Hermann Eyer depuis ses laboratoires de Cracovie et de Lwów. Les quantités sont de toute manière dérisoires : en décembre 1941, seules 20 000 doses de vaccin sont produites, de quoi traiter à peine 6 500 hommes – moins d'une division. Alors que le front de l'Est accapare à lui seul 5 millions de soldats allemands¹⁰. Un vaccin à grande échelle contre le typhus est nécessaire. L'heure de la mobilisation médicale nazie sonne. Et pour réussir, tout est permis.

La tentation du diable

Dans les derniers jours de l'année 1941, la contre-offensive soviétique devant Moscou finit par s'essouffler, après avoir victorieusement repoussé la menace adverse. Les dernières attaques sont sévèrement contrées par une armée allemande remarquablement ressaisie. Les forces soviétiques, toujours profondément marquées par les grandes purges staliniennes de la fin des années 1930, ont encore beaucoup à apprendre de leurs adversaires. Même si de rudes combats se poursuivent jusqu'au printemps 1942, le front se stabilise au nord et à l'est de Smolensk.

Les dégâts provoqués par le typhus dans les rangs allemands au cours des opérations sont jugés suffisamment alarmants pour convoquer une importante conférence au ministère de l'Intérieur à Berlin, le 29 décembre 1941, incluant les plus hauts responsables médicaux. Le ministre de la Santé du Reich Leonardo Conti la préside. Fervent nazi, général de la SS, il s'est déjà distingué en 1939 en soutenant ardemment l'« Aktion T4 », le programme d'euthanasie des malades mentaux, des handicapés et accessoirement des opposants politiques. Conti ne recule devant rien. Tout comme le médecin-colonel Joachim Mrugowsky (1905-1948), une autre personnalité médicale nazie également présente à la conférence. Chef de l'Institut d'hygiène de la SS à Berlin, Mrugowsky sévit à l'occasion au camp de Sachsenhausen. Craignant alors de voir les Soviétiques utiliser des balles empoisonnées sur le front Est, des tests réels sont menés sur des prisonniers russes. Les malheureux subissent des tirs de projectiles contaminés à bout portant dans l'épaule. Mrugowsky observe et note posément les détails de l'agonie atroce des prisonniers, susceptible de s'éterniser plusieurs heures¹¹. Il « brille » également dans l'euthanasie des prisonniers à l'aide de piqûre de

phénol dans le cœur, et aussi dans les expériences sur le typhus. Hélas, pour lui, les expériences menées jusqu'ici sur des animaux n'ont pas donné de résultats probants.

L'autre membre important de la conférence est le professeur Siegfried Handloser (1885-1954), général dans les services médicaux de l'armée allemande. Durant la Seconde Guerre mondiale, Handloser représente la plus haute autorité de ces services, qui incluent la Waffen-SS, en étant nommé par Hitler Inspecteur médical de l'armée allemande¹². Du fait de sa haute position, Handloser ne réalise pas lui-même les expérimentations, mais commande à d'autres médecins de réaliser toutes sortes d'horreurs – une subtile distinction qui lui évitera de justesse la pendaison à Nuremberg.

La conférence de Berlin est l'occasion pour ce sinistre trio d'accélérer l'inéluctable. La tentation d'utiliser des humains comme cobayes d'expériences est trop grande. Si les prisonniers soviétiques ne sont pas protégés par la Convention de Genève (et sont de toute façon considérés comme des sous-hommes), les prisonniers des camps de concentration ne valent guère mieux. Qu'ils soient allemands ou non, ce sont avant tout des ennemis du Reich. Ou des « matériaux », selon l'expression consacrée revenant régulièrement dans les propos des médecins nazis¹³. Des « matériaux » qui ne sont pas considérés comme des humains, mais comme des objets que l'on utilise, et que l'on jette. Et puis, c'est la guerre – un constat qui suffit généralement à tout justifier. Au diable Hippocrate. La logique nationale-socialiste n'est pas plus complexe.

D'un commun accord, Leonardo Conti, Siegfried Handloser et Joachim Mrugowsky décident de passer aux expérimentations humaines sur le typhus : « Les tests animaux ne sauraient produire une évaluation adéquate des vaccins du typhus ; des expérimentations humaines doivent être conduites¹⁴. » Des tests à petite échelle ont dans les faits déjà débuté dès 1939 à Varsovie, menés par le pathologiste Ernst Georg Nauck (1897-1967) et l'épidémiologiste Robert Kudicke (1876-1961), tous deux spécialistes en maladies tropicales. Au cours des expériences, des sulfamides ont été testés sur les Juifs du ghetto de Varsovie, produits par IG Farben, aussi peu efficaces que toxiques. Mais désormais, l'étude des vaccins du typhus doit prendre une direction nettement définie et bien plus efficace.

Le choix est vaste pour établir cette nouvelle unité « médicale » dans le tentaculaire réseau de camps de prisonniers du Reich. C'est finalement Buchenwald, créé *ex nihilo* dans la belle campagne de Weimar en 1937, qui retient l'attention comme camp principal pour les expériences. D'autres centres abriteront des tests secondaires, tels les camps de concentration de Schirmeck et Natzweiler-Struthof en Alsace. Tous les vaccins connus dans le monde vont tenter d'être recréés, testés et développés à Buchenwald. Mrugowsky sera libre de poursuivre ses expérimentations, cette fois-ci sur humains. En parallèle, il est prévu d'augmenter la production du vaccin du docteur Weigl, le seul disponible et réellement efficace.

En janvier 1942, tout un block de Buchenwald est spécifiquement affecté aux recherches sur le typhus. Extérieurement, rien ne diffère le block 46 des autres baraques du camp de concentration. Avec ses longues et mornes façades percées d'étroites fenêtres, cet édifice est tout aussi sinistre que les autres. Pourtant, le block 46 est bien connu de tous les prisonniers du camp, et concentre les plus folles rumeurs. L'un des maîtres des lieux est le « kapo » Arthur Dietzsch, un Allemand suspecté de communisme, crime odieux justifiant sa détention depuis vingt ans. Dietzsch n'est pas comme les autres détenus. Alors que presque tout le monde à Buchenwald meurt de faim, il bénéficie d'un traitement pour le moins privilégié, qui lui octroie le luxe stupéfiant d'entretenir son propre chien, un énorme terre-neuve. Dietzsch fait régner la terreur sur ses détenus. L'entomologiste français Alfred Balachowsky (1901-1983), résistant de l'Institut Pasteur déporté à Buchenwald en janvier 1944, le décrit comme une « parfaite brute, aussi bien physiquement que moralement, tuant de ses propres mains plusieurs centaines de prisonniers de toutes nationalités¹⁵ ». L'Allemand est à peu près libre de régir son antre comme bon lui semble. Car les gardes et autres personnels de la SS évitent soigneusement d'en franchir la porte. Ils fuient les lieux comme la peste – ou plutôt comme le typhus.

Si Dietzsch contrôle à sa guise les prisonniers, le responsable du block 46 et le maître d'œuvre des recherches nazies sur le typhus pendant la guerre est le docteur Erwin Ding-Schuler (1912-1945), médecin en chef du camp de Buchenwald. Ding-Schuler est l'archétype des ambitieux d'avant guerre, souvent frustrés, pour lesquels l'arrivée des nazis au pouvoir constitue l'occasion unique d'atteindre la gloire. Erwin Ding-Schuler souffre depuis l'enfance d'un manque de reconnaissance du fait de sa naissance illégitime et d'un nom de famille difficile à porter¹⁶ (*Ding* signifiant en allemand « chose », « machin » ou encore « truc »). Il étudie avec acharnement pour à tout prix devenir médecin, et réussir ainsi une prestigieuse carrière. Flairant les opportunités, Ding-Schuler s'inscrit au parti nazi dès 1932 à l'âge de 20 ans, puis dans la SS en 1936. Il obtient son diplôme de docteur l'année suivante, mais son ambition ne s'arrête pas là. Le jeune officier SS est prêt à tout pour se faire reconnaître et ainsi être rattaché à une université. En 1939, Ding-Schuler franchit sans scrupule le pas fatal. Afin d'obtenir la décision, il dépose une requête personnelle auprès du maître de la SS : Heinrich Himmler. Ce dernier se montre réceptif, et lui donne l'occasion de faire ses preuves. Ding-Schuler est nommé médecin du camp de Buchenwald. La place est idéale, loin du front.

Ce parcours n'a rien d'exceptionnel ; comme précédemment évoqué, de nombreux jeunes médecins allemands, à l'instar de Sigmund Rascher à Dachau, voient dans les délires du nazisme l'opportunité de s'élever¹⁷. La personnalité de Ding-Schuler s'avère en revanche plus complexe à saisir, de même que son comportement avec les prisonniers, variant du statut d'assassin de sang-froid à celui de sauveur. Le principal témoin de la carrière de Ding-

Schuler à Buchenwald est le journaliste allemand Eugen Kogon, interné dans le camp depuis septembre 1939 pour avoir multiplié les offenses au nazisme : il est socialiste, opposant avoué à Hitler, et pour couronner le tout, d'origine juive. Nommé secrétaire particulier de Ding-Schuler en 1943, Eugen Kogon décrit ce dernier comme « très capricieux et changeant », capable de se montrer tout à fait agréable, voire charmant, puis insupportable, et exécutant les prisonniers avec des injections au phénol¹⁸. Le journaliste allemand profite toutefois habilement de ce caractère mouvant pour établir un lien étroit avec Ding-Schuler :

Je me suis aussi efforcé d'exercer également sur Ding-Schuler une influence humaine qui pût l'amener à supporter avec dignité et désir de purification morale les conséquences de ses liens coupables avec le système lorsque celui-ci s'effondrerait. « Je ne pourrais pas supporter l'existence que vous connaissez depuis des années ! » me disait-il parfois, et il jouait sans cesse avec l'idée de suicide. « Vous ne pouvez pas nier, Kogon, même si vous êtes contre le national-socialisme, que c'est quand même un record d'avoir fichu par terre en cinq ans le Reich millénaire ! » Et, en riant, il sautait sur sa motocyclette pour reprendre son activité habituelle¹⁹.

Un autre prisonnier politique allemand au service de Ding-Schuler, dénommé Walter Poller, le décrit pour sa part comme « un homme très intelligent, avec de bonnes manières, agréablement disposé, amical, et même parfois affable. Ses traits de visage étaient plus plaisants que sévères, et ses yeux vivants et observateurs²⁰ ». Ce qui constitue une ressemblance certaine avec un autre médecin nazi, probablement le plus connu, Josef Mengele (1911-1979). Né un an avant Ding-Schuler, Mengele suit la même carrière, obtient son doctorat en médecine et intègre la SS. En tant que médecin chef d'Auschwitz-Birkenau, Mengele est pour sa part passionné par l'hérédité et en particulier la gémellité, symbole supposé de la transmission des caractéristiques d'une race²¹.

Au début de l'année 1942, Ding-Schuler est ainsi à la tête du block 46, pompeusement baptisé Institut du typhus et des virus. Formé en tant que chirurgien, le jeune médecin SS n'entend absolument rien à l'étude des bactéries et des virus. Et il lui est impossible de compter sur son assistant, le capitaine SS Waldemar Hoven (1903-1948), encore moins qualifié que lui. Proche de la quarantaine, Hoven est un bel homme, séducteur, et bien moins travailleur que son supérieur direct. Il partage avec ce dernier la terrifiante ambivalence du meurtrier et du sauveur occasionnel. Kogon en est le témoin direct :

À Buchenwald, le Dr Hoven avait l'habitude, lorsqu'il avait « viré » une ou deux douzaines de détenus par des piqûres au sodium d'évipan, de sortir d'un pas nonchalant de la salle d'opération II, une cigarette aux doigts, et sifflant joyeusement l'air de *Et de nouveau un beau jour a passé...* Hoven, qui, en même temps, a fait beaucoup en faveur du camp tout entier et pour certains détenus, pratiqua pendant un an et demi environ son métier d'assassin. Il y eut des semaines où il expédia dans l'au-delà jusqu'à cent détenus²².

La seule ambition de Waldemar Hoven se résume à l'obtention de son doctorat. Peu scrupuleux et encore moins talentueux, il fait rédiger sa thèse sur la tuberculose pulmonaire par deux détenus. Ding-Schuler est lui-même bien loin de montrer l'exemple, puisque ses six articles académiques rédigés pendant la guerre sont uniquement l'œuvre d'autres prisonniers.

La recherche nazie sur le typhus repose ainsi principalement sur ces hommes peu, voire nullement compétents. Mrugowsky, le seul disposant d'une maigre expérience sur le typhus, se joint de temps à autre à cette équipe de choc. Erwin Ding-Schuler procède aux premières injections le 3 mars 1942 sur une série de 145 prisonniers. Au total, selon Eugen Kogon environ un millier de victimes vont défiler au block 46 jusqu'en mars 1945. Bon nombre sont des volontaires, attirés par le ravitaillement incroyable prodigué par le kapo Arthur Dietzsch : lait, œufs, pain, beurre, soupe, pâtes, miel, thé, vrai café et sucre. Un véritable miracle pour Buchenwald. Car en effet, selon l'ordre exprès de Mrugowsky, les détenus du block 46 sont correctement nourris afin d'approcher de l'état normal des soldats allemands au front. Ils reçoivent ensuite leur vaccin et sont finalement inoculés du typhus, les bactéries *Rickettsia prowazekii* étant entretenues grâce à des poux d'élevage. La tâche de Dietzsch est ardue, surtout avec les prisonniers de droit commun par nature instables et de plus délirants de fièvre sous l'effet du typhus. Son statut de prisonnier politique le rend haï, et victime selon lui de plusieurs tentatives d'assassinats. Car à Buchenwald, de même qu'à Dachau, et contrairement à la plupart des autres camps de concentration, ce sont les prisonniers politiques qui dominent (« les rouges », selon la couleur de leur triangle), et non les prisonniers de droit commun (« les verts »). Dietzsch use de représailles sadiques pour maintenir l'ordre, allégeant en parallèle les souffrances des prisonniers les plus tranquilles. Comme pour les tests sur les animaux, des détenus ne reçoivent aucun vaccin – servant de « témoins ». Tous souffrent terriblement, sous les yeux attentifs de Ding-Schuler qui note l'évolution de la maladie. Le taux de mortalité reste toutefois pour l'instant assez peu élevé, de l'ordre de 15 %²³.

Mais cette première phase des tests tourne très rapidement court. Le manque d'expérience complet des médecins SS, leur amateurisme dans le dosage des quantités inoculées de *Rickettsia prowazekii* sans rapport avec la morsure réelle d'un pou – « Cela, c'était trop fatigant et trop difficile pour ces Messieurs²⁴ » – conduisent à un seul résultat concret : Ding-Schuler finit par attraper lui-même le typhus. Bien moins courageux que Rudolf Weigl, Ding-Schuler ne cherche pas à profiter de sa maladie pour réaliser des expériences sur lui-même. Il se contente de se rétablir, laissant provisoirement la direction des opérations à son adjoint, Waldemar Hoven. Le capitaine SS profite de cet intermède pour laisser libre cours à ce qu'il maîtrise le mieux : ne rien faire. Du moins, rien de scientifique, puisque, horrifié par la menace de contagion évidente régnant au block 46, Hoven s'emploie avec Dietzsch à saboter la

recherche sur le typhus, en brûlant successivement les envois de poux infectés. Certes, avant la création du block 46, la préoccupation majeure du camp était avant tout d'éviter les épidémies, et non de les importer.

Ding-Schuler est bien conscient du problème lié à l'utilisation des poux. Il ne dispose pas du savoir-faire de Weigl, ni (surtout) de ses connaissances et de son habileté. Une fois rétabli, l'officier SS décide d'effectuer un tardif stage de formation, dans un cadre autrement plus agréable que Buchenwald : Paris. Car il existe un autre vaccin énigmatique qui intéresse les médecins nazis, cette fois-ci d'origine française. Et une nouvelle fois, le mystère provient de l'Institut Pasteur.

Les secrets de l'Institut Pasteur

La découverte par les Allemands d'un vaccin français contre le typhus ne relève en rien des charmes de l'espionnage. Tout comme Howard Florey et Ernst Chain s'étaient imprudemment empressés de publier leurs recherches sur la pénicilline dans la revue britannique *The Lancet*, les Français font une nouvelle fois de même avec leur vaccin du typhus dans la revue *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis*, fondée par Charles Nicolle. Or, les Allemands ont mis sur place un judicieux système de collecte des publications scientifiques britanniques et américaines par l'intermédiaire de personnels présents en pays neutres et alliés²⁵. Un exemplaire de la revue trimestrielle est ainsi dépêché à Berlin depuis Casablanca par un officier de la Luftwaffe au début de 1942. La découverte et la production d'un nouveau typhus, pourtant d'importance stratégique, y sont clairement évoquées. Joachim Mrugowsky, le chef de l'Institut d'hygiène de la SS, décide d'éclaircir l'affaire, et si possible de mettre la main sur les procédés de fabrication. Une demande polie mais non négociable est soumise au ministère de la Santé de Vichy, afin de solliciter un partage des connaissances médicales. Mrugowsky, trop occupé par ses vaines expériences sur le typhus, envoie à Paris son protégé Erwin Ding-Schuler.

Le jeune médecin SS, encore marqué par ses premiers émois avec le typhus à Buchenwald, parvient dans la capitale occupée à la fin de 1942. Son stage de trois mois à l'Institut Pasteur relève de la pratique courante. De temps à autre, l'établissement parisien se doit de concéder des visites à un « professeur Fritz », comme le décrit à sa manière Céline, un habitué des lieux²⁶. Des accueils sous la contrainte et toutefois sans grande conséquence, grâce à la direction intransigeante du chimiste Jacques Tréfouël.

Depuis sa nomination à la tête de l'Institut Pasteur en 1940, Tréfouël doit faire face à des pressions de toutes sortes de la part des autorités allemandes, excédant allègrement le cadre de l'affaire de la pénicilline évoquée dans le chapitre précédent. Il louvoie habilement entre petites concessions, refus diplomatiques et retards savamment orchestrés. Tréfouël reçoit par exemple la visite le 22 octobre 1941 d'émissaires civils de

l'IG Farben et de l'Institut Behring, l'équivalent allemand de l'Institut Pasteur. Sûrs d'eux, les visiteurs présentent leurs volontés : « Entente au sujet de la standardisation dans le domaine des vaccins et des autres produits bactériologiques », « Liquidation des obstacles qui empêchent actuellement le libre-échange des vaccins entre les deux pays », « Aide mutuelle en cas de difficulté pour fourniture réciproque en moment d'épidémies »²⁷. Le tout assorti d'une demande de première livraison généreuse de plusieurs milliers de litres de vaccin antidiphtérique – l'Europe et en particulier l'Allemagne subissant au même moment une vaste épidémie. L'Institut Pasteur dispose alors de l'un des vaccins antidiphtériques les plus efficaces, œuvre du bactériologiste Émile Roux, et réalisé grâce à un sérum de cheval. Jacques Tréfouël noie l'affaire pendant plus d'un an sous un déluge administratif d'échanges épistolaires, débouchant sur un accord biaisé :

[Il serait] bien entendu que l'armée allemande fournirait les chevaux qui seraient par nous immunisés et le sérum produit par ces chevaux serait donné aux autorités allemandes. Les livraisons de chevaux en mauvais état de santé ont abouti à une hécatombe et l'armée allemande n'a reçu, en définitive, que très peu de sérum antidiphtérique²⁸.

Le directeur de l'Institut Pasteur ne saurait toutefois empêcher à chaque fois le pire. En décembre 1943, des policiers se présentent avec une ambulance, et un document allemand ordonnant l'arrestation du microbiologiste français Eugène Wollman (1883-1943). Connaissant les origines juives de Wollman, Tréfouël avait prévu de longue date le pire, en signant son certificat médical qui le déclarait hautement contagieux, et en l'internant à l'Institut. Il s'avère cependant impossible de protester. « Depuis, malgré toutes nos recherches et tous nos efforts, nous n'avons pu avoir aucune nouvelle²⁹ », note tristement Tréfouël en mars 1945. À cette date, Wollman était depuis longtemps mort assassiné à Auschwitz en décembre 1943.

Concernant la recherche sur le typhus, moins complexe à gérer qu'une subite descente de police, Tréfouël est en mesure de faire traîner les choses, à l'instar du vaccin antidiphtérique. Les travaux prennent place loin de Paris, à l'Institut Pasteur de Tunis fondé en 1893 par Charles Nicolle, auteur de l'identification du pou comme principal transmetteur du typhus en 1909. Ce dernier a toutefois échoué à réaliser un vaccin efficace contre cette maladie. La solution provient d'un des nombreux collaborateurs et autres disciples de Charles Nicolle, une jeune Polonaise du nom d'Hélène Sparrow (1891-1970).

Née dans la province de Kiev d'une mère polonaise, Hélène Sparrow doit son nom anglo-saxon à son arrière-grand-père William Sparrow, un architecte britannique invité par le tsar pour réaliser des édifices à Saint-Petersbourg, puis établi en Russie. Élevée dans un milieu de haute culture, la jeune fille brille au lycée de Kiev puis à l'université de médecine où elle obtient son diplôme de médecin. La Première Guerre mondiale la plonge dans les horreurs des combats et des maladies. Envoyée comme médecin pour

lutter contre les épidémies de toutes sortes qui ravagent les armées russes, Hélène Sparrow a largement l'occasion d'étudier les effets du choléra, typhus, dysenterie, et autre variole. Il s'agit d'une période charnière dans sa vie, comme la décrit le médecin pasteurien Robert Debré (1882-1978), l'un de ses proches amis rencontré peu après en 1925 :

C'est le premier des rudes apprentissages d'Hélène Sparrow dans son combat contre les maladies infectieuses épidémiques : elle devait le continuer toute sa vie. Elle m'a conté dans quelles conditions dures, parfois affreuses, elle devait travailler et se battre jour et nuit pour éviter la maladie et la mort aux soldats de l'armée russe courageux, souvent stoïques et qui luttaien^t, dans le dénuement et le désordre, contre un ennemi courageux et bien équipé³⁰.

La guerre civile russe achève de rendre la situation impossible à Kiev. La famille Sparrow repart pour la mère patrie polonaise en 1920, où Hélène est nommée professeur de bactériologie à l'université de Varsovie, après avoir réalisé une thèse sur le typhus exanthématique. Elle est chargée la même année d'organiser un cordon sanitaire sur la frontière orientale de la Pologne, afin d'accueillir les réfugiés contaminés. Parmi ces centres figure l'Institut de Rudolf Weigl à Lwów, avec lequel Hélène Sparrow apprend la délicate technique d'inoculation des poux en 1921. Elle organise en parallèle à l'Institut d'hygiène de Varsovie des cours supérieurs de microbiologie, afin de former les médecins polonais en proie à une épidémie massive de choléra. Courageuse et téméraire, la jeune femme s'injecte des germes de typhus supposés atténués pour réaliser des tests ; elle manque dans les faits d'en mourir. La rencontre avec sa future patrie d'adoption s'effectue en 1926, lorsque Hélène Sparrow suit le grand cours de microbiologie de l'Institut Pasteur de Paris avec Charles Nicolle³¹.

Le célèbre microbiologiste se montre surpris par l'audace de la Polonaise et son essai de vaccination sur elle-même. Robert Debré avait lui aussi auparavant succombé à « son intelligence, son savoir, ses découvertes scientifiques, sa personnalité attrayante, sa beauté, son esprit, et sa conversation où se mêlaient l'humour et la profondeur de la pensée³² ». L'Institut Pasteur de Paris lui fournit une bourse pour travailler avec Charles Nicolle à l'Institut Pasteur de Tunis. Le destin d'Hélène Sparrow rejoint alors celui de Paul Durand (1886-1960), directeur de l'Institut, et surtout celui de Paul Giroud (1898-1989).

Le microbiologiste Paul Giroud, ancien disciple de Charles Nicolle, est un spécialiste des rickettsies, dont font partie les bactéries du typhus, et dirige le service dédié à l'Institut Pasteur de Tunis. Giroud accueille avec intérêt l'habileté toute féminine d'Hélène Sparrow, qui reproduit l'inoculation des poux enseignée par Rudolf Weigl à Lwów dès 1928. Ce dernier envoie lui-même à trois reprises des doses de son vaccin pour faciliter le développement. « Nos essais de vaccination préventive de l'homme prouvent l'efficacité de la méthode pour la prévention du typhus dans notre espèce, note Hélène

Sparrow. Le personnel de l'Institut Pasteur de Tunis qui participe aux recherches sur le typhus est, à présent, vacciné par la méthode Weigl³³. » Malgré cette efficacité, les chercheurs français se heurtent au même problème que le microbiologiste de la Wehrmacht Hermann Eyer à Cracovie : le vaccin de Weigl reste complexe à produire, et par conséquent inadapté à une production à grande échelle. Paul Giroud le résume :

Les difficultés de l'élevage, de l'inoculation et de la dissection d'un nombre énorme de ces invertébrés [les poux] exigent un travail considérable d'un personnel nombreux et très spécialisé. Le prix de revient des rickettsies est dès lors extrêmement élevé et le vaccin de Weigl, malgré tout l'intérêt qu'il présente, reste un produit de luxe, pratiquement inaccessible, sauf peut-être en Pologne et avec l'intervention gouvernementale, à la masse des populations pauvres auxquelles s'attaque avec prédilection le typhus³⁴.

Paul Giroud développe alors l'idée de propager les bactéries de typhus sur du poumon de souris, puis de mouton, et surtout de lapin. Les recherches en laboratoire s'effectuent avec Hélène Sparrow, en parallèle avec le début de la Seconde Guerre mondiale. Pour éviter les risques de contagion, Paul Giroud grille les fenêtres de son laboratoire, et interdit l'accès à toute personne non vaccinée contre le typhus. Au total 50 000 lapins sont inoculés par voie pulmonaire, permettant de préparer 7 000 000 de doses ; des quantités autrement plus importantes que la méthode Weigl³⁵.

Paul Durand, le directeur de l'Institut Pasteur de Tunis, s'implique également dans les études avec Paul Giroud et Hélène Sparrow. Une épidémie de typhus en Tunisie en 1941 est l'occasion de tester le nouveau vaccin. Durand consigne les résultats : « Nos essais de sérothérapie au cours de l'épidémie des premiers mois de 1941, ont donné une guérison plus rapide de 3 à 4 jours et une mortalité très diminuée. [...] La mortalité des traités n'atteint que 3,36 %, soit environ le tiers de ce qu'elle est chez les non-traités³⁶. » Ce succès est confirmé lors d'une nouvelle épidémie en 1943, où sur dix-neuf médecins non vaccinés, quatorze sont contaminés et périssent. Dans le même temps, les onze médecins vaccinés par le nouveau produit survivent tous³⁷.

La découverte des chercheurs français devient officiellement le « vaccin Durand-Giroud », une appellation pour le moins injuste, tenant à l'écart le rôle déterminant d'Hélène Sparrow dans les recherches sur le typhus. Celle-ci, conquise par sa nouvelle vie, choisit de s'établir à Tunis. Elle prend la nationalité française, et épouse un ingénieur agronome français. Toujours aussi intrépide, Hélène Sparrow fait face à la brève occupation allemande de la Tunisie en cachant des résistants français et des soldats polonais engagés de force dans la Wehrmacht, et en accueillant des réfugiés comme André Gide. Son rôle décisif dans les recherches françaises sur le typhus, par trop méconnu, est parfaitement résumé par Robert Debré :

On peut dire qu'au cours de ses longues années de recherches sur le typhus, Hélène

Sparrow fut de celles qui établirent la liaison scientifique entre le laboratoire de Tunis et celui de Lwów où travaillait et faisait ses découvertes son compatriote le Professeur R. Weigl. [...]

Hélène Sparrow fut de celles et ceux qui, au cours des siècles, ont réalisé dans leur existence l'union spirituelle de la France et de la Pologne. Nulle contradiction dans sa pensée entre son attachement ou plutôt son amour pour sa patrie polonaise et son affection pour la France, sa patrie d'adoption³⁸.

Entre-temps, le nouveau vaccin est apporté à l'Institut Pasteur de Paris par Paul Durand. Informé et alarmé par les épidémies en Afrique du Nord, Pierre Laval, le Premier ministre du gouvernement de Vichy, notifie instamment à Jacques Tréfouël en 1941 de lancer la production du vaccin Giroud-Durand-Sparrow. Le chef de l'Institut Pasteur répond de sa manière habituelle, en prétextant de multiples difficultés pour gagner du temps. Déjà fort occupé par la mise en place d'une pharmacie secrète pour les résistants français avec Federico Nitti, Tréfouël vient également de parvenir à soustraire tout le personnel de l'Institut au service du travail obligatoire³⁹. Pour parer à cette nouvelle menace de voir les Allemands faire main basse sur le vaccin, il met en lumière le manque de moyens et de personnels, et le danger d'une production en plein 15^e arrondissement parisien – constats par ailleurs justifiés.

Après accord avec Vichy, Jacques Tréfouël décide finalement de lancer la production loin de Paris et de l'Occupant, en zone libre. Il confie l'opération à l'un de ses deux sous-directeurs, le biologiste René Dujarric de la Rivière (1885-1969), un homme de confiance. Dujarric choisit un site de luxe pour installer la nouvelle annexe de l'Institut Pasteur, avec le beau château de la Roche Beaulieu du XIX^e siècle en Dordogne, non loin de Périgueux. Le projet est validé en conseil des ministres en juin 1942. L'Institut Pasteur reçoit un crédit de 40 millions de francs, avec en échange la livraison minimale de 2 millions de doses de vaccin. Dujarric coordonne sur place les travaux d'installation. Le personnel, en partie recruté localement, est vacciné selon les prescriptions rigoureuses de Paul Giroud. L'annexe de la Roche Beaulieu est finalement opérationnelle le 23 avril 1943⁴⁰. Ces travaux n'ont rien de secret, les Allemands étant parfaitement au courant du projet de Dujarric, qui manque d'être victime d'une descente de la Gestapo :

Pendant que nous organisions cette Annexe, j'eus un jour la désagréable surprise de voir arriver à Laroche Beaulieu un membre de la Gestapo et un Commissaire de Police qui, à la suite d'une dénonciation, venaient pour m'arrêter. Le motif était grave : détournement de produits destinés à l'armée allemande⁴¹.

Heureusement pour Dujarric la production n'a pas encore commencé, et les intrus repartent bredouilles. À cette date en Afrique du Nord, l'Institut Pasteur à Tunis s'apprête à fêter sa libération. La capitale tombe aux mains des Alliés le 7 mai suivant, et le 13 la campagne de Tunisie s'achève. Avec 230 000 prisonniers, pour l'Axe le désastre est comparable à celui de

Stalingrad, survenu trois mois plus tôt. L'Institut Pasteur coopère avec les Alliés pour maîtriser les épidémies de typhus en Afrique du Nord. Ces derniers disposent de leur propre vaccin, réalisé à base d'œuf selon la méthode découverte en 1938 par le bactériologiste américain Herald Cox. Des tests comparés réalisés en 1943 démontrent selon les Américains la supériorité du vaccin de Cox sur celui de Durand-Giroud-Sparrow, ce que nient les chercheurs français. Au-delà de ces joutes de fiertés nationales, l'organisation et les fonds virtuellement illimités des Américains font encore et toujours la différence. Et, une nouvelle fois, l'Office of Scientific Research and Development Plan (OSRD) de Vannevar Bush à Washington rôde en arrière-plan, à travers le Committee on Medical Research (CMR) d'Alfred Newton. En 1942 est créée la United States of America Typhus Commission (USATC), contrôlant la distribution du vaccin du typhus en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Au total, l'USATC délivre près de 2 millions de doses entre juillet 1943 et juin 1944, et encore autant jusqu'à la victoire finale⁴². Outre le contrôle des épidémies, l'USATC assure également une image américaine de marque auprès des populations arabes. Une stratégie intéressée, avec pour visée le contrôle du pétrole, qui se matérialisera le 14 février 1945 par la fameuse rencontre entre le président américain Franklin Roosevelt et le roi d'Arabie saoudite Ibn Séoud.

Bien loin de l'abondance de l'USATC, l'annexe de la Roche Beaulieu commence en mai 1943 la production du vaccin Durand-Giroud-Sparrow. En novembre de la même année, 240 000 doses ont été produites. Jusqu'à la fin de la guerre, au total 2,2 millions de doses sont réalisées par l'annexe, assez pour vacciner 750 000 personnes⁴³. En vertu d'un accord passé entre Vichy et les autorités allemandes, une partie est envoyée dans les camps de prisonniers français dans le Reich. Dans le même temps, les doses de vaccin également produites à l'Institut Pasteur de Paris sont partiellement livrées à l'armée allemande, à raison de dix litres par semaine, jusqu'au 16 août 1944. Au total, un quart seulement de la production française est remis à la Wehrmacht⁴⁴.

Entre-temps, Erwin Ding-Schuler a pour sa part terminé sa formation de rattrapage sur le typhus à l'Institut Pasteur en décembre 1942⁴⁵. Désormais formé sur la délicate méthode du vaccin Durand-Giroud-Sparrow, le médecin SS retourne aussitôt à Buchenwald, bien décidé à venger son échec.

L'enfer ne suffit pas

De retour à Buchenwald, Erwin Ding-Schuler reprend la direction des affaires médicales du camp, et surtout du block 46, laissé jusqu'ici aux mains peu fiables de son adjoint Waldemar Hoven. Nanti de son instruction sur le vaccin Durand-Giroud-Sparrow, le médecin SS souhaite avant tout éviter un nouvel accident de contamination, ce qui impose de se passer des poux. La question délicate de l'approvisionnement en bactéries *Rickettsia prowazekii*,

responsables du typhus, est réglée d'une manière aussi rationnelle qu'épouvantable. L'entomologiste français Alfred Balachowsky expliquera après guerre la méthode de Ding-Schuler :

Un approvisionnement constant de cultures [de *Rickettsia prowazekii*] était conservé au block 46 grâce à la contamination d'individus sains par des sujets malades. Tous ces hommes qui étaient utilisés pour la culture de bactéries aussi longtemps que nécessaire finissaient par mourir. Nous avons compté 600 victimes sacrifiées dans le but de fournir des germes de typhus⁴⁶.

Les poux ainsi remplacés par les prisonniers, les cobayes humains sont directement transfusés avec du sang frais contaminé. La seule voix discordante sur ce procédé est celle du médecin Gerhard Rose (1896-1992), un expert des maladies tropicales. Rose s'ouvre de son relatif cas de conscience au chef du projet typhus, Joachim Mrugowsky, en mai 1943. Ce dernier fait assaut de motifs patriotiques pour justifier les expériences, convainquant rapidement Rose, qui lui-même procède en parallèle à des tests fort peu philanthropiques sur le paludisme à Dachau. Mieux, quelques mois plus tard, Rose insiste pour participer lui-même aux expériences à Buchenwald. Il proteste même à l'occasion pour dénoncer la qualité du « matériel » testé, en l'occurrence une centaine de prisonniers, loin d'être représentatifs du meilleur état de santé des soldats allemands au front⁴⁷.

Ding-Schuler travaille sur plusieurs vaccins existants à travers le monde, mais dont l'efficacité demeure parfois aléatoire. Surtout, les composants de ces vaccins font parfois défaut. C'est le cas du produit à base d'œuf utilisé par les Alliés en Afrique du Nord, inspiré des travaux de l'Américain Herald Rae Cox (1907-1986). Mais la technique s'avère très complexe, même pour des virologues spécialisés, et incomplètement expliquée dans les publications scientifiques de Cox. Ce procédé suscite toutefois des recherches acharnées pendant une bonne partie de la guerre, notamment sous la direction du bactériologiste Eugen Haagen (1898-1972). Dans le cadre des expériences sur le typhus ordonnées par Joachim Mrugowsky, Haagen sévit dans le camp de concentration de Natzweiler-Struthof en Alsace, de manière secondaire par rapport aux travaux de Ding-Schuler à Buchenwald. Haagen teste sur les prisonniers son produit dérivé du vaccin américain de Cox, n'obtenant pour seul résultat concret que le déclenchement d'une épidémie de typhus en mai 1944. Jamais un vaccin à base d'œuf élaboré par les Allemands ne sera opérationnel. D'autres substances fournies par le professeur Gerhard Rose se montrent tout aussi impraticables, tels un vaccin à base de poumon de chien développé par le microbiologiste roumain Jean Cantacuzène, ou encore un vaccin danois à base de foie de souris provenant de Copenhague. L'efficace mais complexe vaccin de Weigl est lui aussi étudié⁴⁸.

Pour réaliser la production du vaccin allemand contre le typhus, un nouveau block doit être affecté à l'Institut de Ding. Le choix ne manque pas à Buchenwald. Le block 50 fait son entrée dans la sinistre légende du camp.

Pour bien faire, et surtout pour en faire le moins possible, Ding choisit un secrétaire particulier dans la masse des prisonniers. Il s'agit d'Eugen Kogon, évoqué précédemment : « Lorsque, en 1943, je devais être envoyé à la mort, à Auschwitz, et qu'au même moment, à l'occasion de la création du block 50, on chercha un secrétaire pour le chef redouté du block 46, le choix tomba sur moi⁴⁹. » Intelligent, habile et cultivé, Kogon perçoit rapidement la personnalité ambivalente de son nouveau maître, et sait parfaitement l'exploiter :

Au bout de huit jours déjà, après nous être « flairés » avec Ding-Schuler, je me mis à marquer de l'intérêt, tout d'abord avec prudence, pour ses préoccupations personnelles, et en particulier pour ses affaires de famille. Au bout de quatre semaines à peine, je discutai politique avec lui. Il m'avait demandé, le premier, qu'elles étaient mes opinions. Si dangereuse que fût cette première audace, je lui avais répondu franchement que l'on ne pouvait pas demander à un homme ayant mon passé et étant dans cette situation d'être un ami du national-socialisme. Cette prise de position en imposa à Schuler. Deux mois plus tard, il n'y avait pas un événement politique ou militaire au sujet duquel il ne me demandait pas ce que j'en pensais⁵⁰.

Ding-Schuler pour sa part tente d'obtenir des résultats le plus vite possible. Mais entre le professionnalisme de l'Institut Pasteur et les conditions de travail inhérentes au camp de Buchenwald, le fossé est abyssal. Par ailleurs, ne devient pas qui veut un expert en maladies infectieuses en seulement trois mois. Pour son nouveau block 50, Ding-Schuler est contraint de s'appuyer sur toute une équipe de médecins parmi les prisonniers. Outre le Français Alfred Balachowsky, le Polonais Marian Ciepielowski (1907-1973) fait partie du personnel du block 50, qui compte au total 65 prisonniers. Médecin dans un hôpital de Cracovie et arrêté en 1941 pour menées subversives contre l'Occupant, Ciepielowski est nommé à Buchenwald comme responsable de la production de vaccins après avoir été sauvé de l'exécution par Ding-Schuler⁵¹. Résistant dans l'âme et téméraire dans les actes, Ciepielowski va dès lors s'appliquer à saboter les travaux.

Avant de lancer la production du vaccin inspiré par les chercheurs français, Ding-Schuler et Mrugowsky tentent leur chance avec le produit testé vainement sur des animaux par ce dernier à Sachsenhausen. Entre avril et mai 1943, le pseudo-vaccin de Mrugowsky est essayé sur les prisonniers du block 46. C'est un désastre. Le chef du service d'hygiène SS prouve brillamment sa médiocrité : sur 39 détenus, 21 meurent – dont ironiquement « seulement » cinq contrôles sur neuf, qui n'avaient pourtant pas reçu de vaccin⁵².

Outre les expériences sur le typhus, le sinistre duo s'adonne à l'occasion à d'autres types de recherches toutes aussi ignobles. Au cours de l'été 1943, Hambourg est dévastée par les bombardements britanniques. Plus de 40 000 civils disparaissent dans le tourbillon de flammes qui embrase la grande cité, de loin la pire attaque aérienne subie par l'Allemagne durant la Seconde Guerre mondiale⁵³. L'emploi nouveau du phosphore est responsable

des incendies monstres. Selon le témoignage d'Eugen Kogon, Ding-Schuler et Mrugowsky choisissent quatre prisonniers politiques allemands, afin de tester un liquide baptisé R-17 à base de carbone, censé soigner les brûlures. Utilisant du phosphore prélevé sur une bombe non explosée, les SS en appliquent sur les prisonniers épouvantés, puis le mettent à feu entre 20 et 67 secondes. Les cris d'horreurs des malheureux résonnent bien au-delà des murs du block 50, alors que le R-17 ne soulage en rien leurs blessures inhumaines. Kogon ne revoit par la suite jamais les quatre détenus, broyés dans l'horreur de Buchenwald⁵⁴.

La production du block 50 démarre enfin en août 1943. Fondée sur le vaccin de Durand-Giroud-Sparrow, la substance est baptisée « vaccin Weimar », du nom de la cité voisine du camp de Buchenwald. Environ 30 litres sont censés être produits mensuellement. Enthousiaste, Ding-Schuler, qui vient d'être nommé au rang de *SS Sturmbannführer* (commandant) se lance dans une série de tests dans les derniers mois de l'année 1943, qui mettent en lumière l'inefficacité remarquable du vaccin Weimar. Ce nouvel échec semble commencer à peser lourd sur les épaules de Ding-Schuler, qui parle de suicide à Kogon, ce qui ne semble certes pas une originalité de sa part : « Je ne pourrais pas supporter l'existence que vous connaissez depuis des années ! me disait-il parfois, et il jouait sans cesse avec l'idée de suicide⁵⁵. » La solution des malheurs du médecin SS provient cependant d'un autre médecin polonais prisonnier, tout juste arrivé au camp, et autrement plus brillant.

Né à Lwów, d'origine juive, Ludwik Fleck (1896-1961) est assistant de Rudolf Weigl en 1919. Si deux ans plus tard Weigl est nommé professeur de biologie générale à l'université de Lwów, en revanche l'antisémitisme latent de la jeune république polonaise bloque la carrière universitaire de Fleck à l'issue de son doctorat – très peu de professeurs d'université polonais sont d'origine juive. Grâce à l'aide de Weigl, il parvient à travailler à l'hôpital de Lwów puis enchaîne les postes dans les services d'État, tout en possédant son propre laboratoire. Il se spécialise dans la philosophie des sciences, devenant aussi bien un biologiste qu'un sociologue internationalement reconnu pour sa « théorie de la connaissance ». Lors de l'occupation soviétique de Lwów en 1939, les envahisseurs respectent Fleck pour son travail, et sa participation à des groupes de citoyens antinazis. Bien que son laboratoire privé soit confisqué, il est nommé à la tête du département de microbiologie du nouvel Institut médical ukrainien, séparé de l'université de Lwów. Il dirige aussi le laboratoire sanitaire et bactériologique de la ville, ce qui en fait techniquement le supérieur de son ancien mentor, Weigl.

Tout change avec l'arrivée des nazis en juin 1941. Fleck est spolié de ses biens et de son appartement au début de l'occupation nazie. Il trouve plusieurs logements avec sa famille dans le ghetto et doit un moment habiter dans l'hôpital du ghetto, où il travaille. Au cours de l'année 1942, Fleck et ses employés sont enregistrés dans la filiale de Lwów de l'Institut de Hermann

Eyer, très probablement grâce à Weigl. Prisonnier du ghetto juif de Lwów, Fleck travaille dans un hôpital et réalise une découverte stupéfiante : dans les premiers jours suivant l'apparition des symptômes du typhus, l'urine des patients contient des antigènes de la maladie reconnaissable par le système immunitaire. Cette découverte permet à la fois de mieux diagnostiquer le typhus, mais aussi d'envisager un vaccin à base d'antigènes concentrés. Les expérimentations s'effectuent dans des conditions matérielles dantesques, aggravées par les rafles allemandes. Aussi génial qu'habile, Fleck prend contact avec un certain Schwanenberg, directeur d'une usine confisquée à son ancien propriétaire juif. Cédant les droits de son vaccin à Schwanenberg, Fleck démarre sa production en plein ghetto de Lwów.

Ludwik Fleck finit par réussir le miracle, en purifiant l'urine des contaminés. « Dans un laboratoire normal il s'agit d'une technique normale, mais dans un laboratoire improvisé du ghetto la démarche n'avait rien d'aisé⁵⁶ », avouera-t-il humblement par la suite. Les Allemands ont toutefois vu des travaux de Fleck, et le convoquent au siège de la Gestapo, un lieu souvent sans retour. Ils s'interrogent sur l'intérêt du vaccin, et sur l'opportunité de l'utiliser sur des Aryens. « Bien sûr, mais il devra être réalisé à partir d'une urine d'un Aryen, et non d'un Juif⁵⁷ », répond sans se démonter Fleck. L'affaire en reste là. Le 28 août 1942, le vaccin est prêt. Fleck l'essaie sur lui-même, puis sur sa femme et sur son fils une semaine plus tard, puis sur des centaines de prisonniers du ghetto. Mais le même mois, une vaste *Aktion*, la pire depuis le début du ghetto, voit la déportation de 50 000 Juifs. Le 4 février 1943, Fleck est arrêté par la Gestapo, et envoyé à Auschwitz avec sa famille.

Fleck est confronté à Bruno Weber (1915-1956), un bactériologiste membre de l'Institut d'hygiène de la Waffen SS de Mrugowsky. Weber est notamment chargé de la sélection à la « rampe » de Birkenau, aux côtés de Josef Mengele, et dirige l'institut local de bactériologie. Weber laisse le choix à Fleck entre la mort à court terme, et un poste de chercheur dans le camp. Fleck choisit cette deuxième option, à condition que sa femme, son fils et ses associés soient saufs – en tout dix personnes. Weber ouvre officiellement son institut le 8 avril 1943, deux mois après l'arrivée de Fleck. Ce dernier prend en charge le laboratoire de sérologie du block 10 d'Auschwitz, adjacent à la cour des exécutions. Ce même block 10 vient d'être placé le 1^{er} avril sous la direction du sinistre professeur Carl Clauberg (1898-1957), qui se livre à des expérimentations de stérilisation dans le camp. Fleck, témoin de ces horreurs, est chargé de conduire des recherches sur le sang des femmes, afin d'améliorer les immunoglobulines pour les soldats au front. À la fin de l'année 1943, il est déporté au camp de Buchenwald, cette fois-ci sans sa famille.

Ludwik Fleck comprend rapidement la raison de sa présence dans ce camp de concentration, relativement moins épouvantable que le camp d'extermination d'Auschwitz-Birkenau. Non sans égratigner la fierté nazie, le

microbiologiste juif découvre rapidement les causes de l'échec de Ding-Schuler et de son vaccin Weimar : les germes du typhus produits dans les poumons de lapin ne sont pas des rickettsies, mais d'autres types de bactéries sans rapport avec l'objet des présentes recherches. Une grossière erreur, qui démontre, si besoin était, le manque de compétences des médecins nazis.

Une fois les bactéries idoines envoyées par Hermann Eyer depuis Cracovie, Fleck participe à la réalisation d'un nouveau vaccin efficace, en compagnie du responsable de la production, Marian Ciepielowski. Sans le savoir, les deux hommes marchent dans les pas de Jacques Tréfouël à Paris, en s'appliquant à saboter les livraisons à l'armée allemande. Au total le block 50 produit 600 litres de vaccin Weimar rendu volontairement inefficace, assez pour traiter 200 000 soldats allemands. Six litres de réel vaccin sont en revanche secrètement produits et administrés aux prisonniers du camp, et présentés officiellement lors des contrôles suspicieux des médecins de la Wehrmacht et de la SS, alertés par le manque de réussite du vaccin au front⁵⁸.

Cette résistance s'effectue avec la complicité du gardien des lieux, le kapo Arthur Dietzsch. Bien qu'à l'occasion extrêmement brutal, le prisonnier allemand flaire judicieusement la tournure de la guerre, et protège l'entreprise de sabotage. De manière beaucoup plus surprenante, Ding-Schuler est également au courant des manigances du block 50, mais laisse faire. Désormais totalement dépité quant à son incapacité et lui aussi lucide sur l'issue du conflit, le médecin se réfugie à partir de 1944 dans l'abattement. Il finit même par tomber – ou s'élever – dans la résistance, grâce au travail de sape d'Eugen Kogon. « J'avais dans ma main le commandant Dr Ding-Schulers⁵⁹ », écrit le journaliste allemand. En cours de l'été 1944, avec la complicité de Dietzsch, Kogon pousse Ding-Schuler à sauver la vie de plusieurs parachutistes des services spéciaux britanniques internés à Buchenwald, incluant le *Wing Commander* Forest Yeo-Thomas et le futur diplomate français Stéphane Hessel. Kogon doit malgré tout composer avec le caractère changeant de son maître, parfois affable, souvent colérique :

Progressivement je lui montrai de plus en plus clairement que l'Allemagne perdrait la guerre, que le national-socialisme s'écroulerait, et que lui, le responsable du block 46, passerait en jugement. Il ne pourrait améliorer sa situation devant ses juges, lui dis-je, que si, dès à présent, il faisait tout ce qu'il pouvait en faveur des détenus. [...] Il écoutait ce que je lui disais d'un autre monde, du nôtre, le monde de l'esprit, de la morale, de l'humanité et de la grandeur humaine. [...] En fait, Schuler fit alors beaucoup en notre faveur, ou du moins il laissa faire beaucoup. Si je puis être fier de quelque chose pendant ma vie de détenu, c'est d'avoir été capable d'occuper cette position extrêmement délicate⁶⁰.

Dans les dernières semaines de la guerre, Ding-Schuler prévient encore Arthur Dietzsch et Eugen Kogon de leur exécution imminente, leur laissant ainsi l'occasion de se dissimuler. Les deux Allemands survivent jusqu'à la libération, de même que Ludwik Fleck. Mais lorsque l'armée américaine entre dans Buchenwald – déjà contrôlé par la résistance du camp – le 11 avril 1945,

le bilan du médecin SS demeure effroyable. Au total, Ding-Schuler est responsable de 24 séries de tests sur le typhus depuis 1942, sur un millier de prisonniers. Entre 300 et 400 personnes sont mortes dans d'atroces souffrances, dont la moitié sans avoir reçu de pseudo-vaccin, mais comme substituts de poux, uniquement pour conserver en vie les rickettsies du typhus.

L'enfer quotidien déployé dans le block 46 n'a toutefois jamais permis à Ding-Schuler d'obtenir un vaccin efficace pour l'armée allemande. Menés dans des conditions dantesques, sans grande rigueur et avec un amateurisme insurmontable, les tests n'ont eu aucune valeur scientifique, sans même évoquer leur caractère moral. Rongé par l'ambition mais dénué de connaissances sérieuses en microbiologie, le commandant-médecin SS s'est montré incapable de reproduire efficacement les méthodes trop subtiles des vaccins Weigl et Durand-Giroud-Sparrow. Seule l'arrivée du brillant Ludwik Fleck a permis de réaliser enfin le vaccin Weimar – pour le seul bénéfice secret des prisonniers.

Eugen Kogon se révèle être par la suite un témoin clé dans le grand « procès des médecins » de Nuremberg, de 1946 à 1947. Ses déclarations contribuent à alimenter la liste accablante des charges contre les 23 accusés. Parmi ceux-ci figurent deux des responsables des recherches sur le typhus à Buchenwald, Joachim Mrugowsky et Waldemar Hoven. Ils découvrent avec stupeur la notion juridique de « crime contre l'humanité », inaugurée à Nuremberg. Une nouveauté du droit international, assurément exotique pour la mentalité des médecins SS, qui leur vaut la pendaison le 2 juin 1948⁶¹.

Dans la liste lugubre des accusés fait toutefois défaut un nom important des expérimentations sur le typhus. Ding-Schuler s'est laissé arrêter par les Américains le 25 avril 1945, totalement déprimé par ses échecs et sans illusions sur son sort. Meurtrier chevronné, il a pourtant échoué une première fois à se suicider. Mais, le 11 août 1945, Ding-Schuler a enfin réussi à mener à bien l'un de ses projets : il s'est pendu dans sa cellule, à l'âge de 32 ans. Et comme le sort n'est jamais avare d'ironie, l'épouse du criminel nazi, Irène Ding-Schuler, décède peu après en 1948... du typhus.

VII

La traque du paludisme

« Dans toute la mesure de mes forces et de mes connaissances, je conseillerai aux malades le régime de vie capable de les soulager et j'écarterai d'eux tout ce qui peut leur être contraire ou nuisible. »

Serment d'Hippocrate (extrait) ¹.

Décembre 1945. Le docteur Klaus Schilling (1871-1946) observe d'un œil absent les uniformes couleur vert olive tout autour de lui. Assis sur une simple chaise en bois, flottant dans des vêtements trop amples, il porte autour du cou un petit écriteau indiquant le numéro « 15 ». Avec ses petites lunettes, ses cheveux gris et sa barbichette, le vieil homme de 74 ans s'apparente à l'archétype du scientifique extrait de son laboratoire. Schilling semble lui-même s'interroger sur sa présence devant le tribunal militaire américain de Dachau. Le lieutenant-colonel et procureur en chef William D. Denson possède pour sa part des éléments concrets, et accablants, sur Schilling et ses expériences sur le paludisme. À seulement 32 ans, Denson mène fermement le procès. Au cours de son interrogatoire, il s'enquiert de l'état d'âme de l'accusé par rapport à son lointain serment d'Hippocrate. Surpris, Schilling répond : « C'est la première fois que j'en entends parler. Il s'agit d'une loi, n'est-ce pas ² ? »

Au profit de la science

Le paludisme, plus connu internationalement sous le nom de « malaria », est une maladie infectieuse qui durant la Seconde Guerre mondiale, au même titre que le typhus, préoccupe sérieusement les belligérants. Mais là où l'Allemagne nazie se montre davantage sensible aux besoins de réaliser des

vaccins contre le typhus, du fait de son engagement sur le front de l'Est, ce sont surtout les Alliés les plus concernés par le paludisme, eu égard au caractère nettement plus tropical de cette infection. Il existe plusieurs germes de paludisme (*Plasmodia*). Quatre affectionnent particulièrement l'humain, dont deux provoquent l'essentiel des infections : *Plasmodium vivax* et *Plasmodium falciparum*. Le parasite *Plasmodium vivax* est le plus répandu et le plus endurant, mais *Plasmodium falciparum* est le plus mortel (90 %). Sur environ 3 000 espèces de moustiques connues, moins d'une centaine, dites anophèles, transmettent la malaria, et uniquement les femelles. Les symptômes typiques du paludisme sont des frissons, une forte fièvre, la soif, des sueurs et des délires. Faute de traitement, la maladie peut évoluer en anémie, entraînant un dysfonctionnement des reins, un coma et finalement la mort.

Le paludisme est consubstantiel à l'apparition de l'homme, sévissant toujours sur une bonne moitié de la planète. La maladie est mentionnée sur les plaquettes babyloniennes, dans les techniques médicales d'Hippocrate, et s'est montrée assez persuasive en 452 pour dissuader Attila d'attaquer Rome. Sa victime la plus célèbre est probablement Alexandre le Grand, en - 323. De manière plus récente, le paludisme constitue un adversaire aussi imprévisible que redoutable durant la Première Guerre mondiale, assez puissant pour localement neutraliser les belligérants. Peu présent sur le front Ouest (excepté dans les Flandres), le paludisme sévit sur le front Est, et ravage les fronts des Balkans (en particulier en Macédoine), du Moyen-Orient et d'Afrique. Les Alliés occidentaux enregistrent plus de 600 000 soldats infectés pour 3 865 morts, soit 0,63 %. Les Empires centraux déplorent plus de 560 000 soldats malades, avec au moins 23 000 morts (4,15 %)³. Cette différence s'explique en partie par l'usage intensif de la quinine de la part des Alliés, seul remède connu contre les symptômes du paludisme. La fin des hostilités et le retour des soldats du front entraînent une gigantesque épidémie, méconnue dans l'ombre de la grippe espagnole, qui touche des zones géographiques jusqu'ici immunes comme la Grande-Bretagne. Florissant sur le terrain propice de la guerre civile russe aux côtés du typhus, le paludisme s'étend jusqu'au cercle arctique, contaminant près de 6 000 000 de civils et militaires en 1924, avec au moins 600 000 morts⁴.

Contrairement au typhus, aucun vaccin contre le paludisme n'existe au début du xx^e siècle. Excepté la quinine, au demeurant non dénuée d'effets secondaires et inefficace à long terme, rien ne soigne vraiment cette maladie. En 1917, le psychiatre autrichien Julius Wagner-Jauregg (1857-1940) découvre un traitement original contre la syphilis, qui concerne à l'époque 10 à 20 % des malades dans les asiles. L'inoculation volontaire du paludisme chez les malades sans espoir provoque au pire leur mort (de toute façon assurée), et au mieux leur guérison grâce à la fièvre induite par le paludisme et à de fortes doses de quinine. Ceci donne naissance à l'aléatoire malariathérapie, avec environ un tiers de guérisons, qui reste en pratique

jusqu'à l'utilisation des antibiotiques. Wagner-Jauregg reçoit en 1927 le Prix Nobel de physiologie ou médecine, chose exceptionnelle pour un psychiatre. Un autre détenteur de ce même Prix Nobel depuis 1907 est le physicien allemand Paul Ehrlich (1854-1915), inventeur du concept de la *magische Kugel* (« balle magique »), un médicament censé ne traiter qu'une cible précise, en l'occurrence des parasites infectieux. Ehrlich produit jusqu'à sa mort en 1915 une vaste série de « balles magiques », notamment contre la syphilis, et met en lumière le pouvoir antipaludique du bleu de méthylène.

Peu après la Première Guerre mondiale, l'intérêt pour les « balles magiques » d'Ehrlich est repris par les dirigeants de Bayer, appartenant au conglomérat d'industries chimiques allemandes créé par IG Farben. Outre les sulfamides, Bayer développe une longue liste de « balles magiques » contre le paludisme, plus ou moins efficaces et surtout toxiques. Le premier de ces médicaments est en 1926 la plasmoquine, directement inspirée des propriétés du bleu de méthylène découvert par Ehrlich. En 1933 est officiellement commercialisée une nouvelle « balle magique », l'atabrine, censée être encore plus efficace que la plasmoquine. Également connue sous les noms de quinacrine, mépacrine ou encore erion, l'atabrine se présente sous la forme de comprimés jaunes. L'un de ses intérêts est de pouvoir se passer de la quinine, dont les stocks principaux se trouvent dans les Indes néerlandaises sur l'île de Java, loin de la sphère d'influence de la nouvelle Allemagne nazie. En 1934 une nouvelle substance voit le jour, dénommée résochine. Bien que possédant d'intéressantes propriétés antipaludiques, la résochine est considérée comme trop toxique pour être commercialisée. Une grossière erreur de la part des chimistes allemands, qui sera exploitée dix ans plus tard par les Alliés.

À la fin des années 1930, l'atabrine demeure le seul remède relativement efficace contre le paludisme, avec la quinine. Las, le médicament démontre rapidement ses limites. Excepté son défaut inesthétique de rendre la peau jaunâtre, la « balle magique » provoque à l'occasion de sérieuses hallucinations, voire des psychoses. Un problème pour le moins gênant dans le cadre d'un usage militaire. La quinine, elle-même non dépourvue d'effets secondaires (vision floue, sifflements dans les oreilles), reste de loin le remède le plus utilisé. Hitler intime à Bayer de trouver un médicament plus adapté, mais il est trop tard. En 1939 la Wehrmacht débute ses campagnes avec principalement ses stocks limités de quinine, et ses comprimés d'atabrine.

Suite aux conquêtes éclaircies en Pologne et à l'Ouest de 1939 à 1940, les combats se déplacent au printemps 1941 au sud de l'Europe. La campagne de Grèce est l'occasion pour l'armée allemande de déplorer des pertes assez sensibles en soldats atteints du paludisme, de même que par la suite dans les marais d'Ukraine et du sud de la Russie. Des unités médicales spéciales sont créées en toute hâte pour tenter de sensibiliser les hommes aux bienfaits de l'atabrine. Mais la toxicité de cette dernière se confirme, entraînant parfois de sérieux troubles. Un constat implacable qui, allié aux stocks limités, impose de trouver une solution. IG Farben tente de rattraper son retard en cherchant

de meilleurs dosages dans ses médicaments, et en courant après le miracle que constituerait un vaccin⁵. Mais, encore une fois, le plus tentant s'avère d'effectuer les essais sur le « matériel » humain, qui ne manque pas dans les camps. Et si les recherches nazies sur le typhus sont associées à Ding-Schuler, celles sur le paludisme sont tout aussi lugubrement liées à Schilling.

Klaus Schilling, contrairement à de nombreux médecins officiant sous la bannière nazie, ne doit pas sa carrière à l'arrivée de Hitler au pouvoir. Docteur de l'université de Munich en 1895, Klaus Schilling est spécialiste en maladies tropicales. Il officie à partir de 1905 à l'Institut Robert-Koch, le plus prestigieux laboratoire d'Allemagne, et se confronte au cours des années suivantes au paludisme dans les colonies allemandes d'Afrique, où les moustiques propagateurs de la maladie affichent un taux de mortalité de 80 %. Dans les années 1920, Schilling est d'ores et déjà un spécialiste reconnu du paludisme, rédigeant plusieurs ouvrages contribuant à la compréhension de la maladie. Il est nommé en 1926 dans la Commission Malaria de la Société des Nations, et accède ainsi à la notoriété internationale⁶.

Au cours des années 1930, Klaus Schilling effectue des expérimentations sur le paludisme en Italie, alors en proie à de virulentes épidémies. Il réalise des tests sur des malades non syphilitiques de l'asile de San Niccolo, près de Sienne, dépassant ainsi ouvertement les préceptes de Julius Wagner-Jauregg, qui prônait l'inoculation du paludisme à but curatif uniquement sur des sujets atteints de syphilis. En 1941, Schilling va encore plus loin en proposant d'utiliser comme cobayes les innombrables détenus des camps de concentration en Allemagne. Cette proposition est rejetée par le directeur de l'Institut Robert-Koch, Gerhard Rose, qui s'oppose de même – brièvement – aux activités similaires de Ding-Schuler sur le typhus à Buchenwald. L'affaire remonte jusqu'au fanatique ministre de la Santé du Reich, Leonardo Conti, qui sans surprise prend immédiatement parti pour Schilling. Conti se charge d'organiser à la fin de 1941 une rencontre avec Heinrich Himmler, passionné par les recherches « scientifiques » dénuées de toute notion éthique. Schilling prêche en terrain conquis. Le chef suprême de la SS, qui a déjà autorisé de nombreuses expériences sur les prisonniers, ordonne immédiatement de réaliser un laboratoire expérimental sur le paludisme à Dachau.

La carrière de Klaus Schilling, désormais âgé de 71 ans, retrouve un second souffle avec ce projet nazi. Fidèle à ses habitudes acquises en Italie et sans l'ombre d'un scrupule, le nouveau médecin de Dachau utilise à sa guise les prisonniers du camp de concentration – bien entendu sans leur consentement. De février 1942 jusqu'à la libération de Dachau en avril 1945, entre 1 000 et 1 200 détenus sont délibérément inoculés, la grande majorité par Schilling lui-même⁷. Les victimes sont contaminées soit par des piqûres de moustiques infectés, ou directement par injection de sécrétions de glandes issues des insectes. Les moustiques sont procurés par Gerhard Rose, vite oublieux de ses états d'âme primesautiers, et également fournisseur officiel de

germes de typhus à Buchenwald. De nombreux prisonniers de guerre soviétiques figurent parmi les détenus sélectionnés, de même que des prêtres catholiques polonais. L'un de ces derniers, le père Leo Michalowski, décrira au cours des procès de Dachau le procédé d'utilisation des moustiques :

J'ai été appelé à l'hôpital, où l'on m'a transmis la malaria en utilisant de petites cages contenant des moustiques infectés. J'ai dû placer ma main dans une de ces petites cages, où un moustique m'a piqué. [...] Quelque temps plus tard, je ne sais plus exactement, deux ou trois semaines, j'ai subi ma première attaque de malaria. J'ai reçu des médicaments tels que du neosalvarsan, de l'atabrine, et le pire, à l'issue d'une attaque, du Perifere. J'ai subi neuf injections de ce dernier, une chaque heure. [...] Soudainement, j'ai eu la sensation que mon cœur allait exploser. Je suis devenu fou. J'ai complètement perdu la capacité de parler, jusqu'au soir⁸.

Le but de ces contaminations est en effet pour Schilling de tester l'efficacité du vaste éventail de « balles magiques » produites par les laboratoires pharmaceutiques allemands. Dès le début des premiers symptômes, et outre les produits mentionnés par le père Michalowski, Schilling traite les malades avec de la quinine assortie de différents analgésiques tels le pyramidon et l'antipyrin, voire un redoutable mélange de toutes ces substances. En cas de dissipation réussie des symptômes du paludisme, le prisonnier reçoit de nouveau une inoculation de la maladie, et ainsi de suite jusqu'à obtenir une hypothétique immunisation.

Réalisées dans des conditions techniques et sanitaires aussi déficientes qu'à Buchenwald, les expériences de Klaus Schilling apportent surtout comme résultat réel des souffrances épouvantables pour les détenus. Déjà cruellement affaiblis par le travail quotidien et les carences de toutes sortes, les prisonniers subissent de plein fouet les conséquences des tests. Si un nombre relativement limité (une cinquantaine) d'entre eux meurent du paludisme de 1942 à 1945, la maladie en affaiblit décisivement des centaines d'autres, qui succombent à d'autres affections courantes comme la tuberculose. 300 à 400 détenus perdent ainsi la vie de manière indirecte⁹.

Klaus Schilling se laisse capturer par les Américains en avril 1945. Totalement en dehors des réalités, il est certain de son bon droit, compte sur sa renommée internationale d'avant guerre, et estime que les scientifiques alliés vont être preneurs de ses découvertes. À l'opposé, ces derniers se montrent horrifiés par les révélations de ses atrocités. Schilling est aussitôt traduit devant le tribunal militaire américain installé à Dachau en décembre 1945, sans même attendre de comparaître au grand « procès des médecins » de Nuremberg l'année suivante.

Au cours des procès de Dachau, Schilling maintient avoir reçu l'ordre de Himmler de réaliser les expériences sur le paludisme, tout en prenant soin de ses malades, qu'il ne considère pas comme des victimes. À la stupéfaction du procureur en chef William D. Denson, Schilling pousse l'inconscience jusqu'à espérer obtenir du tribunal militaire américain l'opportunité de terminer ses expériences, « au profit de la science¹⁰ ». Nonobstant l'audace insensée de ces

propos, comme souvent pour les expériences « médicales » nazies, la valeur scientifique des recherches de Schilling apparaît pourtant nulle. Outre les conditions d'existence dantesques prévalant à Dachau, le médecin semble souffrir du même manque de rigueur que Ding-Schuler. Et comme à Buchenwald, plusieurs médecins prisonniers ont été pleinement en mesure de le constater. Parmi les nombreux témoins entendus au cours des procès, le médecin polonais Adam Czercovitz, l'un des assistants forcés de Schilling, émet ainsi un jugement net sur la question :

À mon avis, les recherches de Schilling sont dénuées de toute valeur pour plusieurs raisons. [...] Une personne immunisée serait une source de contamination pour tout le monde autour d'elle. L'immunité ne serait en outre pas permanente à moins que cette personne ne soit constamment exposée au paludisme. Enfin, [Schilling] ne fut capable d'obtenir une immunisation latente que dans neuf cas sur deux mille¹¹. J'ai l'intuition qu'il relève d'un monomane, au sens qu'il possède une idée fixe, et malgré le fait que l'échec lui éclate en pleine face, il continue de manière automatique. Je pense que tous ses travaux de recherches se sont avérés une perte de temps, et, en plus de cela, ils ont représenté des atrocités commises contre la race humaine¹².

Quelques mois plus tard, le 28 mai 1946, filmé par une caméra américaine, le vieil homme semble absent, écrasé par l'Histoire. De manière tout aussi automatique, Klaus Schilling monte lentement les marches sans retour de la potence de Landsberg.

Cette même année, lorsque débute le grand procès des médecins de Nuremberg, les expériences sur le paludisme reviennent à l'ordre du jour, mais cette fois comme l'une des pierres angulaires de la défense des accusés allemands. Car depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale des informations ont largement filtré dans la presse au sujet de recherches assez mystérieuses sur le paludisme, effectuées à des milliers de kilomètres des camps nazis, en plein Illinois. Et les États-Unis n'ont eux-mêmes, peut-être, pas la conscience tout à fait tranquille avec les expériences sur le paludisme.

Le médicament parfait

Au cours des années 1930, le paludisme, peu présent aux États-Unis excepté localement dans les États du Sud, n'intéresse guère de prime abord l'armée américaine. La montée de l'expansionnisme nippon finit toutefois par alarmer les autorités, avec la menace d'une capture des Indes néerlandaises, premier site d'approvisionnement mondial en quinine. En avril 1939 se déroule la première réunion d'une série de conférences sur le paludisme, mise en place par le National Research Council. Le besoin d'un médicament efficace contre cette maladie est mis en avant de façon alarmante ; l'industrie pharmaceutique américaine souffre alors d'un retard certain sur les Britanniques et les Français, pour ne rien dire des Allemands. En 1939, à part

la quinine, le seul remède plus ou moins efficace et surtout disponible contre le paludisme aux États-Unis est le même qu'en Allemagne : l'atabrine, produite directement sur place, ironiquement par une filiale américaine de Bayer.

En 1939, IG Farben est de loin le plus grand conglomerat d'industries chimiques dans le monde. Le géant allemand règne sur 380 entreprises nationales, mais détient en outre 500 autres sociétés étrangères¹³. Depuis les années 1920, Bayer, l'une des industries phares d'IG Farben, possède ainsi 50 % de la Winthrop Chemical Company, une entreprise américaine basée en West Virginia. Celle-ci commercialise la fameuse « balle magique » atabrine depuis 1933, selon les procédés secrets de Bayer, et sans être affectée par le boycott des produits allemands. Et à l'instar de l'armée allemande, les forces militaires américaines ne disposent de rien de mieux que l'atabrine.

Une nouvelle réunion de la conférence sur le paludisme se déroule le 11 septembre 1941. L'armée américaine est représentée par le colonel James Simmons, un médecin expert en maladies tropicales. L'officier révèle que le War Department confère désormais aux recherches sur le paludisme son plus haut niveau de priorité. L'atabrine et la quinine ont déjà été testées militairement, avec des résultats peu concluants. « Le plus important est la prophylaxie de terrain, alors que pour l'instant le paludisme n'a pas été étudié de ce point de vue¹⁴ », déclare Simmons, plaçant ainsi judicieusement l'emphasis sur la nécessité de dépasser l'idée de reposer uniquement sur un remède miracle, mais de travailler aussi sur la prévention. Le War Department apporte en outre ce qui reste la base de toute recherche scientifique importante : l'argent. Comme d'habitude, les crédits proviennent du Committee on Medical Research (CMR), le bras médical du fameux Office of Scientific Research and Development (OSRD), dépendant directement de la Maison Blanche. Alfred Newton Richards, le président du CMR qui suite à l'intervention de Howard Florey et Ernst Chain contribue à assurer en parallèle le développement de la pénicilline, s'implique à son tour dans ce nouveau projet. Vannevar Bush, le chef de l'OSRD, est personnellement tenu informé de l'évolution de l'affaire, le projet atomique *Manhattan* restant toutefois la priorité n° 1. Avec les fonds voluptueux de l'OSRD et l'efficacité de Bush et Richards, la recherche américaine sur le paludisme démarre enfin.

Le 7 décembre 1941, les États-Unis découvrent douloureusement leur impréparation militaire à Pearl Harbour. Les mois suivants enchaînent les désastres militaires alliés, avec comme redouté la perte des Indes néerlandaises et du stock mondial de quinine. En parallèle, la consommation de cette dernière connaît une hausse abrupte, passant mensuellement de 700 tonnes dans les années 1930 à 1 000 tonnes dans les premiers mois de la guerre¹⁵. Le premier choc brutal avec la réalité du paludisme prend place durant les batailles de Bataan et Corregidor dans les Philippines, entre janvier et mai 1942. Si les soldats américains encerclés rivalisent d'héroïsme durant de longs mois face aux assauts japonais, leurs armes sont impuissantes contre

Plasmodium falciparum. Une fois les stocks de quinine épuisés, une épidémie de paludisme ravage les rangs des GI's, déjà affaiblis par les combats. 80 % d'entre eux sont touchés, et un soldat contaminé sur dix meurt. Les assaillants ne sont pas mieux lotis ; la 14^e armée japonaise, sévèrement contrée militairement et déplorant surtout 90 % de malades, doit être retirée. Au total, sur 75 000 soldats américains et philippins engagés dans cette campagne des Philippines, 24 000 sont atteints par le paludisme¹⁶.

Avec l'inévitable défaite américaine, l'agence de presse United Press International peut légitimement écrire le 17 avril 1942 :

Lorsque vint la fin, un million de cartouches calibre 7,62 mm avaient été tirées par nos troupes... Les munitions ne manquaient pas pour combattre l'ennemi... Le courage ne manquait pas non plus pour faire face aux Japonais dans ces terribles journées précédant la chute de Bataan. Mais il n'y avait plus de quinine pour combattre notre adversaire le plus meurtrier – le paludisme. Ce furent le paludisme et la dysenterie – et non les chars japonais, les avions d'attaque au sol ou les baïonnettes – qui eurent le mot final¹⁷.

Le second choc des soldats américains avec le paludisme se produit au cours de la bataille de Guadalcanal, d'août 1942 à février 1943. Pour les GI's, le danger principal vient moins des Japonais, totalement surpris puis taillés en pièces, que de la maladie qui prospère sur le champ de bataille. Les bombardements navals et aériens multiplient les flaques où pullulent les larves de moustiques, alors que les prisonniers japonais déjà contaminés importent le paludisme chez les soldats américains. La destruction d'une partie des stocks de médicaments sur les navires puis le retrait de l'US Navy, sèchement battue au cours de plusieurs affrontements, laissent les combattants isolés et démunis. Le manque de nourriture, l'humidité omniprésente, la fatigue font exploser la dysenterie et le paludisme à partir de la mi-septembre. Il ne reste plus que l'atabrine produite par Winthrop pour sauver la situation.

Mais l'atabrine passe mal – à tous points de vue. La moitié des hommes ne supportent pas le médicament, qui provoque des vomissements, des diarrhées et de l'anxiété, alors que les conditions de survie sont déjà suffisamment épouvantables. Entre le risque du paludisme et l'assurance de pénibles effets secondaires, le choix est vite fait. Les réfractaires se reconnaissent aisément à leur teint normal, puisque l'atabrine a tendance à colorer la peau en jaune. Ils sont finalement menacés de cour martiale, et contraints d'avalier leurs deux comprimés journaliers sous l'œil vigilant de gradés. Malgré cela, les infections se multiplient en novembre. Pour chaque victime des combats, dix hommes gisent alités, dévorés de fièvre. Alors que les stocks de munitions diminuent peu, les médecins font face à une pénurie catastrophique de matériels. Cependant, une nouvelle série de batailles navales permet à l'US Navy de prendre sa revanche, et de repousser la marine impériale nipponne. En février 1943 les soldats américains s'emparent enfin de l'île de Guadalcanal, où gisent des milliers de malades japonais agonisants, foudroyés par le paludisme, la dysenterie et le bérubéri.

Si la bataille de Guadalcanal a permis de mettre de nouveau en lumière le courage du soldat américain et la qualité du matériel, le bilan médical est catastrophique. Les GI's n'avaient aucune idée de ce qui les attendait avec le paludisme. Pire, l'atabrine n'est clairement pas au point. Les pilules fournies par Winthrop se sont révélées exagérément toxiques. Et le fait que l'Allemagne nazie à travers Bayer contrôle toujours la société finit par exaspérer les autorités américaines. Le FBI fait pression pour obliger l'ouverture de la licence sur l'atabrine aux autres compagnies pharmaceutiques. Winthrop obtempère. Le fond du problème reste toutefois la qualité des médicaments fabriqués, rendue aléatoire faute d'approvisionnements en éléments chimiques importants depuis l'Europe occupée. Les comprimés produits à des millions d'unités se révèlent plutôt des ersatz d'atabrine. De longs mois d'efforts sont nécessaires aux chimistes de Winthrop pour produire à la fin de l'année 1943 des médicaments beaucoup moins toxiques et assez efficaces, sans pour autant constituer le miracle attendu contre le paludisme. L'atabrine se révèle toutefois plus efficace que la quinine, et règle ainsi le problème de la perte des Indes néerlandaises. La production passe alors de 1,8 milliard de médicaments en 1943 à 2,5 milliards en 1944¹⁸.

Sur le terrain, la situation demeure critique tout au long de l'année 1942. La sanglante campagne de Nouvelle-Guinée laisse planer le spectre de la rupture. À l'horreur des combats de Buna, Lae et Salamaue s'ajoute la menace permanente des moustiques. 12 000 hommes sont perdus chaque mois, sans l'intervention des Japonais, uniquement terrassés par la fièvre. En moyenne, un soldat tombe malade quatre fois par an au cours de la campagne. Sur l'ensemble du théâtre d'opération du Pacifique sud-est, les services médicaux américains traitent 47 663 cas de paludisme en 1942, soit un quart des effectifs¹⁹. La maladie représente un second front.

Comme évoqué par le colonel James Simmons lors de la conférence du 11 septembre 1941, la solution ne peut provenir que d'une combinaison de bons gestes sanitaires sur le terrain et d'un usage convenable de l'atabrine, faute de mieux. L'un des responsables de la mise en place de cette stratégie gagnante est le docteur Paul Russell (1894-1983). Docteur de l'université de Cornell en 1921, Russell est également diplômé de la Harvard University School of Public Health en 1929. Spécialiste en maladies tropicales, il est colonel dans le Corps médical de l'armée américaine au début de la Seconde Guerre mondiale, et chef de la division de médecine tropicale²⁰. Sur le modèle des unités médicales allemandes créées en 1941 pour sensibiliser la troupe au paludisme, Paul Russell développe le concept des « Malaria Survey Units ». Dotées d'un effectif de 12 à 15 personnels, ces petites formations médicales mobiles sont susceptibles d'être attachées à toute unité militaire en opération qui en fait la demande. Elles se composent de deux spécialistes – un parasitologue et un entomologiste, des médecins et des techniciens. L'objectif de ces Malaria Survey Units est de prévenir plutôt que de guérir

(difficilement). Elles emportent sur le terrain du matériel adapté à la lutte contre les insectes, surtout des moustiquaires et des insecticides. Leurs membres apprennent aux soldats comment limiter les risques, ce qui passe par des gestes anodins, comme creuser des réseaux de drainage autour des camps, ne pas se baigner la nuit, ou ne pas jeter partout les boîtes de conserve usagées, qui sous la pluie se remplissent d'eau et offrent autant de nids accueillants pour les larves de moustique. Ce travail de prophylaxie est complété par l'usage raisonné de l'atrabrine, ce qui passe par une laborieuse didactique. Réfutant les rumeurs (propagées par les Japonais), d'impuissance provoquée par le médicament, les membres des Malaria Survey Units réalisent des pancartes arborant d'attractives pin-up, dont le but est uniquement d'attirer les yeux des GI's pour lire juste en dessous des messages de prévention. De manière plus radicale, dans un hôpital de Port Moresby en Nouvelle-Guinée, deux têtes de mort surplombent un écriteau avec ces mots : « Ces hommes n'ont pas pris leur atrabrine²¹. »

L'utilité des Malaria Survey Units de Paul Russell s'avère pour le moins criante. Tout au long de l'année 1943, l'armée américaine perd 250 000 soldats et marins foudroyés par des attaques de fièvre. Le général Douglas MacArthur, commandant en chef des forces américaines en Extrême-Orient, peut rayer de ses effectifs l'équivalent de six divisions d'infanterie. Stupéfait face à ce désastre, MacArthur s'exclame : « Ce sera une très longue guerre si pour chaque division qui combat les Japonais, je dois avoir une autre division à l'hôpital avec le paludisme, et une autre encore en convalescence en Nouvelle-Zélande ! » Le 18 mars 1943, MacArthur en appelle au chef d'état-major général de l'armée américaine, George C. Marshall : « Trouvez le docteur Russell. Envoyez-le-moi²². »

MacArthur informe Russell de sa nouvelle nomination au sein de son état-major. Non sans surprise, ce dernier se voit en outre confier la mission de développer des Malaria Survey Units sur tous les théâtres d'opération. À Washington, Marshall emboîte le pas de la lutte générale contre le paludisme en écrivant à la mi-juillet 1943 à tous les commandants en chef de l'armée :

Le paludisme s'annonce comme le plus grand danger pour les opérations militaires dans cette guerre. Les plus importantes mesures à prendre sont le déploiement des moustiquaires sur les bases, et la supervision infaillible des unités aux fronts par les personnels de la lutte antipaludique. Les médicaments comme l'atrabrine ne sont que des mesures temporaires²³.

Les unités de Paul Russell sont également actives en Afrique du Nord en 1943, où le paludisme sévit par vagues d'épidémies parfois meurtrières. Russell est lui-même nommé en septembre chef des opérations antipaludiques pour le théâtre nord-africain. Depuis le débarquement allié sur les côtes marocaines en novembre 1942, les Alliés ont fait d'intéressantes découvertes, et une nouvelle fois auprès des chercheurs français, grâce notamment au

médecin Philippe Decourt (1902-1990).

Philippe Decourt réalise de brillantes études à la faculté de médecine de Paris et obtient son doctorat à l'hôpital Saint-Louis en 1933. Spécialiste des maladies tropicales et en particulier du paludisme, Decourt devient la même année conseiller scientifique médical de la Société parisienne d'expansion chimique (SPECIA), et également de la société pharmaceutique Rhône-Poulenc, tout en collaborant étroitement avec l'Institut Pasteur²⁴. Dès 1934, Decourt entreprend de longues expériences en Tunisie, où une épidémie de paludisme vient de provoquer 10 000 morts. À l'issue de l'occupation de la France, il entreprend des études sur l'atabrine, et relève les mêmes défauts habituels à ce médicament :

Désirant ne pas me trouver à Paris sous l'occupation allemande, après un séjour à Lyon je partis pour l'Afrique du Nord. Parmi les recherches que j'entrepris à Tunis je désirais améliorer, si possible, le traitement et la prophylaxie du paludisme. Le médicament essentiel était une substance colorante jaune, la quinacrine²⁵. Elle avait divers inconvénients qui limitaient ses possibilités d'emploi : parfois une coloration jaune de la peau après un traitement prophylactique prolongé ou à un rythme trop rapide, tolérance imparfaite dans certains cas de traitements curatifs²⁶.

Philippe Decourt est par la suite approché en juillet 1941 par des scientifiques de Bayer repliés à la SPECIA, par crainte des bombardements britanniques sur l'Allemagne. Il reçoit diverses substances créées par les laboratoires pharmaceutiques allemands, dont la résochine produite en 1934 qui avait été à l'époque jugée trop toxique, et un dérivé fabriqué en 1936 considéré comme moins dangereux, la sontochine. Decourt réalise peu après une série de tests en Tunisie mettant en valeur l'intérêt insoupçonné de la résochine et de son dérivé, qui non seulement suppriment les symptômes du paludisme mais permettent enfin d'en guérir, le tout sans effets secondaires :

En 1941 je pus ainsi établir la valeur thérapeutique de cette série chimique qui n'avait pas encore été l'objet d'essais cliniques : efficacité, meilleure tolérance, possibilité de donner sans inconvénient des doses plus fortes, ce qui était important au début des traitements curatifs, absence de coloration même en cas de prophylaxie longtemps prolongée et à rythme plus rapide au cours d'épidémies ou endémies graves²⁷.

Les essais prometteurs sont continués à partir d'août 1942 par Paul Durand, le directeur de l'Institut Pasteur déjà impliqué dans les recherches du vaccin sur le typhus, et par le médecin Jean Schneider, proche collaborateur de Philippe Decourt. Schneider réalise à partir du début de 1942 des expériences sur sept villages tunisiens. Quatre villages reçoivent de la sontochine, un de l'atabrine, et les deux restants font office de « témoins », sans médicament. Deux mois de traitements suffisent à prouver l'efficacité remarquable de la sontochine constatée par Decourt, qui, à rebours des jugements hâtifs des chercheurs allemands en 1934, ne s'avère que fort peu toxique. Schneider reste prudemment à l'abri des combats de la campagne de

Tunisie, puis se décide peu avant la victoire alliée à aborder un soldat américain à Tunis, le 10 mai. Le médecin français révèle l'importance de ses découvertes, assorties le 25 mai d'une livraison de 5 000 tablettes de sontochine²⁸.

Les Alliés se montrent tout à fait intéressés par les travaux de Philippe Decourt et Jean Schneider, confirmés par Paul Durand qui a en parallèle testé la sontochine avec le vaccin contre le typhus fabriqué par Paul Giroud et Hélène Sparrow. Autre fait intéressant, parmi les centaines de milliers de prisonniers de l'Axe capturés en Tunisie aucun ne porte de sontochine ou de résochine, mais uniquement de l'atabrine, ce qui semble indiquer la méconnaissance persistante des chimistes allemands. Les précieux cachets de Schneider sont à Washington pour analyse le 8 juillet 1943²⁹.

Les chimistes américains confirment en 1944 les travaux des chercheurs français. La résochine et son dérivé la sontochine sont remarquablement actifs contre le paludisme. Depuis près de vingt ans, les Allemands disposaient sans s'en rendre compte d'un médicament réellement actif contre le paludisme, plus efficace que l'atabrine. Et l'ironie du sort ne s'arrête pas là. Les Américains possédaient eux-mêmes la sontochine depuis 1941. Bayer avait en effet cédé cette année-là la composition de la sontochine à sa filiale américaine Winthrop, qui l'avait elle-même écartée. De nouveau testée par les chimistes engagés dans les recherches sur le paludisme financées par l'OSRD, la sontochine avait alors reçu en 1942 l'identifiant « SN-183 », indiquant l'ordre et le nombre de produits testés. Mais dans la précipitation, la sontochine avait subi le même sort qu'en 1934, en étant une fois de plus rejetée³⁰.

Deux années et des millions de dollars plus tard, la sontochine est extirpée de la poussière des placards, et reçoit le nouveau numéro « SN-6911 » en juillet 1944, ce qui en dit long sur le nombre de substances traitées depuis. Les Alliés semblent cette fois tenir leur fameuse « balle magique » contre le paludisme, mais pour le moins tardivement. Et, une fois n'est pas coutume, malgré les crédits abyssaux de l'OSRD et le génie technique des Américains il se révèle impossible de rattraper le temps perdu. La sontochine sera commercialisée juste après la Seconde Guerre mondiale en 1946, sous le nom de chloroquine. Elle deviendra l'un des médicaments les plus populaires au monde avec l'aspirine, sans pour autant être dénuée d'effets secondaires³¹. Le médicament parfait contre le paludisme n'a jamais été découvert durant la guerre – et n'existe toujours pas.

À l'inverse du typhus, avec le paludisme les Alliés et l'Allemagne nazie ont traversé la guerre de manière plutôt équitable, en utilisant tous l'atabrine diligemment prodiguée par Bayer et sa filière Winthrop. Tous ont de même ignoré la sontochine, jusqu'à sa révélation par les chercheurs français, trop tardivement exploitée par les Américains. Les scientifiques allemands, capables du meilleur avec ces médicaments, se sont dans le même temps rendus coupables du pire avec les expériences de Klaus Schilling, et d'une

autre manière encore, tout aussi sordide.

La guerre biologique

L'histoire du paludisme est intimement liée à l'Italie. La malaria, une désignation de la maladie généralement employée dans les pays non francophones, signifie en italien « mauvais air » (*mal'aria*). Ce fléau dévaste régulièrement le pays à travers les siècles, en particulier la belle région de Vénétie striée de cours d'eau naturels et de canaux, et les vastes marais pontins au sud de Rome, véritables paradis pour les moustiques. En leurs époques respectives, Jules César et Napoléon ont tenté d'apporter des solutions à ce problème endémique, sans en avoir le temps. Au cours de la Première Guerre mondiale, les plus durs combats se déroulent au sein et à proximité immédiate de la Vénétie. L'enlèvement du front dans les interminables batailles de l'Isonzo laisse amplement le temps au paludisme de se propager aux armées puis à tout le pays. 30 000 Italiens meurent de la maladie au cours de la guerre. Des centaines de milliers d'autres sont affaiblis et subissent de plein fouet la pandémie de grippe espagnole, qui pour la seule année 1918 fauche 274 000 victimes³².

Dans les années 1920 un autre conquérant, ou du moins soucieux de s'imaginer comme tel, relève à son tour le défi du paludisme. Benito Mussolini, président du Conseil d'Italie depuis 1922, reprend à son compte des projets déjà existants pour éradiquer la maladie. Le plan *bonifica integrale* est lancé en 1929, à grand renfort de couverture médiatique. Les marais pontins sont d'abord asséchés en déployant un réseau de pompes hydrauliques contenant les eaux fluviales et marines, puis 60 000 Italiens viennent s'installer dans des villes créées *ex nihilo*, telles Pontina, Littora ou Sabaudia. Mussolini arpente les routes neuves sur sa motocyclette, visitant les nouveaux colons et participant aux fêtes, attentif aux caméras immortalisant sa gloire. La dernière phase du plan *bonifica integrale* s'achève avec la fourniture en masse de moustiquaires, alors que les usines pharmaceutiques de Turin envoient chaque année 6 000 kg de quinine³³. À la fin des années 1930, Mussolini semble avoir remporté la bataille du paludisme.

Le déclenchement de la Seconde Guerre mondiale brise rapidement les rêves d'empire chimériques du dictateur fasciste. Mal préparée et peu motivée, l'armée italienne est battue sur tous les fronts, en Grèce, en France, en Afrique et en Russie. Le dictateur est déposé par le Conseil fasciste en septembre 1943 et ne doit son salut provisoire qu'au seul coup d'audace des parachutistes du SS Otto Skorzeny, qui le délivrent et lui permettent de fonder son éphémère République sociale italienne. Dans les premiers mois de 1944, les marais pontins se retrouvent en pleine zone de guerre. La route de Rome est étroitement verrouillée par le groupe d'armées du maréchal allemand Albert Kesselring, établi sur la ligne *Gustav*. S'appuyant sur une série de

massifs abrupts incluant le fameux Monte Cassino, cette ligne fortifiée bloque totalement la progression alliée jusqu'au printemps 1944. Le 11 mai, le lancement de la quatrième bataille de Monte Cassino impose une pression insupportable sur les divisions allemandes laminées. La furie des armées françaises au Garigliano permet enfin d'enfoncer la ligne *Gustav*, et d'ouvrir la route de Rome. La situation semble désespérée pour Kesselring.

L'effondrement du front aurait alors été l'occasion de mettre en pratique un plan diabolique, fomenté par deux médecins allemands, Ernst Rodenwaldt (1878-1965) et Erich Martini (1880-1960). Rodenwaldt est un hygiéniste professeur à l'université de Heidelberg, et membre du parti nazi depuis 1934. Il est spécialiste des maladies tropicales, étudiées au cours de quatre années passées dans les colonies allemandes du Togo, et douze autres dans les Indes néerlandaises productrices de la quinine. Rodenwaldt publie un manuel d'hygiène tropical en 1938 ; à l'instar de Klaus Schilling, il est une référence mondiale sur le sujet. Durant la guerre, Rodenwaldt est un partisan des concepts racistes de « géo-médecine » et « géo-épidémiologie », prêchant la supériorité du sang « aryen » par rapport aux Slaves, vecteurs de maladie³⁴.

Parmi les médecins sous la direction de Rodenwaldt figure Erich Martini, professeur à l'université de Hambourg et lui aussi membre de parti nazi depuis 1933. Martini est spécialiste du typhus et du paludisme, étudiés sur le terrain militaire durant la Première Guerre mondiale. Nazi convaincu et protégé de Himmler, Martini est également un partisan de la « géo-médecine », et écume les pays de l'Est sous la direction de Rodenwaldt pour y étudier les épidémies censées être propagées par les races « inférieures »³⁵. Erich Martini est par ailleurs un fin spécialiste de la connaissance des moustiques, et notamment de l'*Anopheles labranchiae*. Particulièrement anthropophiles, les *labranchiae* ont la très rare particularité de supporter l'eau de mer, contrairement à la plupart des autres moustiques. Et en tant qu'espèce anophèle, les *labranchiae* sont vectrices des parasites *Plasmodium vivax* et *Plasmodium falciparum*.

Selon l'historien Franck M. Snowden, révélateur de cet épisode mystérieux de la campagne d'Italie, Rodenwaldt et Martini utilisent leurs connaissances et profitent de leur absence de scrupules pour dresser un plan impitoyable. Si la science ignore encore la manière de réaliser un vaccin susceptible de vaincre le paludisme, elle connaît parfaitement le mode opératoire de la maladie. Le paludisme peut ainsi devenir une arme, dans le cadre d'une guerre biologique. Avant de se replier au nord de Rome, les forces allemandes n'ont qu'à détruire ou inverser les pompes hydrauliques d'eau douce et d'eau de mer des marais pontins. L'*Anopheles labranchiae*, jusqu'ici peu présente du fait de l'assainissement des marais sous Mussolini, pourrait profiter de gigantesques surfaces d'eaux stagnantes pour prospérer à partir de la mi-juin, début habituel de la saison du paludisme. L'espèce de moustique ne devrait ainsi pas manquer de déclencher une vaste épidémie dans les rangs des armées alliées, et accessoirement chez les civils – de toute façon passés à

l'ennemi. Le plan Rodenwaldt-Martini entendrait ainsi freiner l'avancée des forces adverses, tout en exerçant une vengeance sur le peuple italien félon.

Franck M. Snowden avoue ne pas avoir identifié l'auteur de l'éventuel ordre exécutoire de ce plan³⁶. Faute d'ordre ou de trace écrite retrouvé(e) dans les archives, le doute plane encore à ce jour. Il pourrait très bien s'agir de Himmler, partisan acharné de la recherche « scientifique » nazie. Hitler, bien qu'en théorie opposé aux armes non conventionnelles après avoir été lui-même victime des gaz durant la Première Guerre mondiale, était particulièrement furieux à l'encontre de son ancien allié désormais inféodé à l'ennemi. Au niveau opérationnel, le très obéissant Albert Kesselring n'aurait probablement pas protesté, lui-même engagé dans une cruelle campagne de représailles à l'égard des civils italiens, culminant avec le massacre des Fosses ardéatines en mars 1944 à Rome, avec 335 exécutions. Par ailleurs, à cette période de la guerre les nazis n'en étaient plus à une violation près des conventions internationales. Le plan Rodenwaldt-Martini pourrait être entré en vigueur au printemps 1944, peu avant l'évacuation allemande de la ligne *Gustav* devant l'avancée alliée.

Sur le terrain, et cette fois-ci de manière avérée, les canaux d'assainissement et les pompes mises en place au début des années 1930 dans le cadre du plan *bonifica integrale* sont bel et bien en partie sabotés par les Allemands. Certaines installations sont méticuleusement démontées, et convoyées par train vers le Reich. Quelques pompes situées en bord de mer sont conservées, mais leur mécanisme est inversé. Cette action pourrait avoir visé à augmenter le taux de salinité dans les zones inondées, afin de favoriser la domination d'*Anopheles labranchiae* sur d'autres espèces de moustiques moins redoutables. En quelques jours, les travaux d'assèchement entrepris par les Italiens sont anéantis. Les marais pontins retrouvent leur nature originelle, un lieu idyllique pour les moustiques. Précaution supplémentaire, avant d'évacuer Rome le 4 juin 1944 les Allemands emportent les 9 tonnes de quinine stockées par les autorités italiennes, justement en prévision d'une épidémie³⁷.

Si en temps de guerre les inondations constituent un procédé classique pour ralentir l'avancée d'un ennemi, dans le cas présent les zones touchées n'offrent guère d'importance stratégique, et ne gênent que fort peu les mouvements alliés. Des flottilles de petits bateaux sont mises sur pied par les Alliés, chargées de supprimer la végétation et tout obstacle susceptible de créer des zones stagnantes favorables aux larves de moustiques. Mais ces embarcations sont systématiquement chassées et bombardées par les Allemands. Paul Russell, le responsable en chef pour le paludisme durant la campagne d'Italie, semble convaincu du caractère terroriste de l'opération :

L'une des tragédies de la guerre fut la destruction systématique par l'armée allemande des surfaces précédemment mises en valeur. Outre l'élimination des pompes, le blocage et le minage des canaux ont favorisé le développement des moustiques anophèles porteurs du paludisme. Ce sabotage a aussi rendu sans abri des milliers de paysans et

inondé des milliers d'hectares de champs avec des conséquences économiques désastreuses pour des provinces entières. Les zones inondées au sud de l'Italie par les Allemands ont été estimées à 37 000 hectares³⁸.

Quelle que soit la véracité de la thèse de Snowden, suite à ces inondations monstres les Alliés doivent à présent composer avec une réelle menace d'épidémie, et d'une ampleur potentiellement catastrophique.

Si cet épisode italien de guerre biologique pouvait avoir été inédit en Europe au cours de la Seconde Guerre mondiale, ce type d'opérations est en revanche abondamment documenté et témoigné sur les champs de bataille oubliés de l'Extrême-Orient. Car certains médecins japonais souffrent de la même absence de scrupules moraux que leurs confrères allemands, alors que dans le même temps l'armée impériale est elle aussi ravagée par les maladies. Le paludisme, la dysenterie et le bérubéri déciment les soldats japonais sur tous les fronts, dans le Pacifique, en Birmanie et en Chine. L'équivalent nippon de Klaus Schilling est le physicien-capitaine Hisikichi Tokoda. Âgé de 29 ans, Tokoda mène des expériences fort peu scientifiques mais assurément épouvantables à l'hôpital de Shinagawa de Tokyo. À l'instar de Dachau, ces tests sont effectués sur des prisonniers de guerre alliés, américains et britanniques. Tokoda injecte des germes de paludisme sur les détenus, ainsi que des concoctions douteuses d'acide, de dextrose, d'éther et de plasma. Surnommé *The Mad Doctor* (« Le Docteur fou ») par les prisonniers, Tokoda réussit à être encore moins compétent que Ding-Schuler dans ses manipulations. Il est qualifié de « sadique » par les juges alliés au grand procès de Tokyo, l'équivalent de Nuremberg pour le Japon, et pendu en 1948³⁹.

La médecine japonaise n'a pourtant pas toujours versé dans l'horreur, loin s'en faut. Signataire de la Convention de La Hague en 1899, et contrairement aux nations européennes, le Japon s'est abstenu d'utiliser des armes chimiques durant la première guerre sino-japonaise (1894-1895), la guerre russo-japonaise (1904-1905) et la Première Guerre mondiale. Doté d'un système médical parmi les plus performants au monde, le Japon a généralement bien traité ses prisonniers. Le pays du Soleil-Levant ne signe en revanche pas la célèbre Convention de Genève de 1925 sur les droits des prisonniers. L'arrivée au pouvoir dans les années 1930 d'un groupe de jeunes militaires ambitieux et agressifs libère la voie à Shirō Ishii (1892-1956), le grand maître d'œuvre des expérimentations « médicales » japonaises durant la Seconde Guerre mondiale.

Très grand pour la moyenne nipponne (près de 1,80 m), nanti d'une voix étonnamment puissante, Ishii est doté d'une intelligence supérieure et d'une forte capacité de travail. Docteur de la prestigieuse université impériale de Kyoto en 1927, c'est également un personnage excentrique, ambitieux et ombrageux. Un long voyage de deux ans le persuade, à tort, que le monde entier prépare des armes bactériologiques. Son idée fixe devient dès lors de convaincre les autorités nippones de la nécessité de s'équiper de ce type de

matériels. Il trouve des oreilles réceptives auprès du ministre de la Guerre Sadao Araki et du futur Premier ministre, Hideki Tōjō, deux partisans de la ligne guerrière. Au début des années 1930, Ishii est professeur d'immunologie au Collège médical militaire de Tokyo, et développe un programme de recherches d'armes biologiques nanti de fonds importants.

L'invasion de la Mandchourie est l'occasion pour Shirō Ishii de créer dans la ville de Pingfan un gigantesque complexe de recherches ultrasécurisé de 600 hectares abritant 150 bâtiments et 1 000 chercheurs des meilleures universités nippones. Le centre est équipé d'un laboratoire de microbiologie de première qualité, d'usines de production de bactéries, et de millions d'insectes et de rats destinés à servir d'hôtes aux germes. La liste des maladies et autres virus utilisés comme armes biologiques est longue et non exhaustive : anthrax, peste bubonique, typhoïde, tétanos, choléra, gangrène, diphtérie, dysenterie, salmonellose, méningite, tuberculose, syphilis, fièvre jaune, pneumonie, variole, hépatites A et B, et aussi le typhus. Chaque mois, les estimations portent sur une production d'une tonne de bactéries de choléra, 500 à 700 kg d'anthrax, 300 kg de peste bubonique, et 700 à 800 kg de typhoïde⁴⁰.

Les prisonniers tombés dans les griffes de la *Kenpeitai* (l'équivalent japonais de la Gestapo) sont conduits dans les prisons du camp, et placés dans des cellules individuelles ou par groupes. Ils font office de cobayes humains, à l'instar des camps nazis. Chaque cellule possède une fenêtre pour permettre aux prisonniers de tendre le bras et recevoir ses injections. Des tunnels secrets les relient directement aux lieux de vivisections à vif et autres chambres à gaz expérimentales. Si le nombre de prisonniers politiques disponibles est par trop insuffisant, les Japonais n'hésitent pas à se saisir dans les rues de n'importe quelle personne correspondant à l'âge et au sexe désiré par les chercheurs. Les détenus sont désignés par Ishii comme du « matériel humain », un terme rigoureusement identique à celui employé par les médecins nazis⁴¹.

Le complexe de Pingfan est le cœur d'un gigantesque réseau, sinistrement connu sous la désignation « unité 731 ». Outre Pingfan, d'autres centres sont disséminés à travers l'Empire conquis par l'armée japonaise au nord de la Chine et en Asie du Sud-Est, employant au total le nombre stupéfiant de 20 000 physiciens, chirurgiens, biologistes, infirmiers, chimistes, vétérinaires et autres pathologistes et techniciens. L'unité 731 est tout sauf un secret au Japon. Ishii passe annuellement trois mois au pays, multipliant les conférences à l'université impériale de Tokyo et à celle de Kyoto. Il évoque sans détour les expérimentations effectuées, et détaille les vivisections filmées, attirant ainsi les étudiants et les chercheurs en Mandchourie, désireux de suivre cette expérience hors du commun, et surtout atroce.

Le grand objectif d'Ishii reste la guerre biologique. Pour diffuser les maladies cultivées à Pingfan, des bombes spéciales en céramique sont réalisées, afin de garder en vie les germes au moment de l'impact. Plus simplement, les bactéries peuvent être épandues à basse altitude par avion. Le

27 octobre 1940, Ishii dirige en personne un raid aérien sur Ningbo, dans la province de Zhejiang, semant des germes de peste bubonique sur la ville. Par la suite les opérations aériennes se multiplient. Des puces et des germes d'anthrax, de choléra, de typhoïde, de dysenterie, sont largués par air ou déversés directement dans l'eau par les troupes au sol. Des oiseaux contaminés sont aussi lâchés, les plumes préservant mieux les cellules d'anthrax des rayons mortels du soleil⁴².

En avril et mai 1942, la ville de Baoshan est soumise à des bombardements aériens avec des bombes classiques et des bombes en céramique contenant des germes de choléra. L'objectif est de faciliter l'avance des troupes au sol dans la province du Yunnan. L'épidémie atteint un tel niveau que l'armée chinoise est contrainte d'évacuer la province. Le même mois, l'unité 113 mobile s'en prend à la frontière du Yunnan avec la Birmanie, dispersant des bactéries dans la rivière Nu. Elle rejoint l'unité 1644 près de Baoshan, les deux formations déversant du choléra dans les sources alimentant la ville. 10 000 personnes sont tuées et 78 % de Baoshan anéantis. Les 5, 6 et 7 mai les bombardiers retournent de nouveau les ruines, obligeant les acharnés à fuir dans les campagnes et y répandre les épidémies. Les villages alentour connaissent des épidémies de choléra mortelles dévastatrices, pour un total d'au moins 200 000 morts. En août 1943, dans la province de Shandong, une vaste attaque est menée par l'unité 1855, disposant sur le modèle de Pingfan d'une prison, d'un laboratoire d'élevage de bactéries de peste bubonique, de choléra et de typhoïde. Menée dans des conditions similaires à celle de Baoshan l'année précédente l'opération coûte à nouveau la vie à 200 000 personnes⁴³.

Le bilan de ces atrocités est incertain, alors que les épidémies continuent plusieurs années après la Seconde Guerre mondiale. Au moins 580 000 morts sont à déplorer du fait de cette guerre biologique. Pour les seules victimes d'expériences des centres d'Ishii, les estimations font état d'un total de 20 000 morts, dont au moins 3 000 pour la seule unité 731 de 1940 à 1945⁴⁴.

Shirō Ishii se laisse capturer par les Américains à la fin de la guerre, leur offrant sa collaboration, à l'instar de Klaus Schilling à Dachau. Mais là où les illusions du criminel allemand se terminent à l'extrémité d'une corde, Ishii est protégé par les Américains. Car ces derniers se montrent tout à fait intéressés par les armes biologiques du Japonais, qui négocie son savoir-faire en échange de l'immunité. Et le général Douglas MacArthur, le chef des forces américaines dans le Pacifique et grand vainqueur de la guerre, se targue désormais d'être le guide providentiel du Japon, et d'en faire un allié stratégique face au futur ennemi soviétique. Le refus de MacArthur d'épiloguer sur l'unité 731 cadre avec sa vision d'avenir démocratique du Japon :

C'est mon véritable espoir, et vraiment celui de toute l'humanité, qu'à partir de cette circonstance solennelle, un monde nouveau surgisse du sang et du carnage du passé, un monde consacré à la dignité de l'homme et à l'accomplissement de son vœu le plus cher,

Le procès de Tokyo en 1946 ne fait quasiment aucune allusion à l'unité 731, et ne convoque aucun responsable à la barre. Seuls les Soviétiques jugent douze criminels du 25 au 31 décembre 1949 dans les procès de Khabarovsk. Tous sont aisément reconnus coupables, et condamnés de deux à vingt-cinq ans de prison. Les médias soviétiques rendent publics les verdicts et appellent les autorités américaines à juger Ishii⁴⁶. En plein contexte de début de guerre froide, MacArthur n'a cependant aucun mal à faire passer ces annonces pour de la propagande communiste. Shirō Ishii non seulement n'est jamais jugé, mais au contraire collabore avec les Américains au cours de la guerre de Corée, et meurt dans son lit d'un cancer de la gorge en 1959.

L'arme fatale

Au cours de leur progression lors de la campagne d'Italie, les Alliés font face à une virulente épidémie de paludisme. Amplifiée par les inondations – terroristes ou non – des marais pontins, la maladie contamine des dizaines de milliers de civils. L'épidémie ne suscite toutefois pas de graves inquiétudes dans les services médicaux militaires. Car, depuis la fin de l'année 1943, les Alliés disposent d'une nouvelle arme contre le paludisme, en plus de l'atabrine. Ou plutôt, une arme fatale contre les moustiques.

À l'instar de la résochine de Bayer connue depuis 1934 sans être exploitée, une autre substance existait déjà bien avant le déclenchement de la Seconde Guerre mondiale. En 1874, le doctorant autrichien Othmar Zeidler (1850-1911) avait eu l'idée de faire réagir de l'hydrate de chloral avec du chlorobenzène, en présence d'acide sulfurique. Le jeune homme s'était satisfait du résultat obtenu, baptisé du nom barbare de dichloro-diphényl-trichloroéthane. Zeidler avait consigné ses découvertes dans sa thèse, et, peu curieux de chercher d'éventuelles utilités à la substance, il était resté dans l'anonymat de l'Histoire⁴⁷.

Soixante-cinq ans plus tard, le dichloro-diphényl-trichloroéthane refait surface par hasard en Suisse, entre les mains de Paul Hermann Müller (1899-1965). Docteur en chimie de l'université de Bâle en 1919, Müller semble être voué dans les années 1930 à la même illustre obscurité qu'Othmar Zeidler. Il travaille pour la société chimique J. R. Geigy, et effectue des recherches sur un nouveau produit contre les mites. Rien de follement attrayant, jusqu'à ce que Müller décide de tester le dichloro-diphényl-trichloroéthane de Zeidler. Il place le produit dans des boîtes où sont enfermées les mites. Au bout de quelques heures, les petites chambres à gaz font leur office, et les insectes volants périssent. Plus surprenant, une fois les boîtes nettoyées, et sans réappliquer la substance, de nouvelles mites subissent le même sort. Enthousiaste, Müller note cet effet persistant, et procède à

d'autres essais avec une série d'insectes plus résistants. Mais même les coriaces doryphores ravageurs de cultures de pommes de terre trépassent. Le dichloro-diphényl-trichloroéthane, bientôt connu de manière plus confortable par ses initiales « DDT », se révèle être un insecticide surpuissant.

Ravi, Müller dépose aussitôt un brevet en 1939. Les autorités suisses se montrent immédiatement intéressées. Car si le monde s'apprête à déclencher le pire conflit de tous les temps, la Suisse livre déjà une dure guerre à domicile, et justement contre les doryphores, auteurs d'une offensive en règle contre les champs de pommes de terre. Mais rien ne semble résister au DDT, qui anéantit les armées d'insectes et règle la périlleuse question du ravitaillement de la Suisse, cernée de nations en guerre. Cette bataille aisément remportée, les Suisses établissent jusqu'en 1942 l'efficacité du DDT, capable d'occire à peu près tout ce qui vole et dévaste les cultures, et même les poux vecteurs du typhus. Fidèles à leur neutralité parfois ambiguë, les autorités suisses relaient la même année l'information à la fois aux Alliés et à l'Axe⁴⁸.

En Allemagne, le DDT suscite l'intérêt de Gerhard Rose et Joachim Mrugowsky, tous deux engagés dans les recherches nazies sur le typhus. Rose saisit tout le potentiel du produit, capable d'apporter une solution simple et efficace au fléau des poux, qui continuent d'empoisonner la vie des soldats allemands sur le front de l'Est. Mais comme toujours, la lourdeur caractéristique de l'administration nazie et les rivalités internes freinent toute mise en application rapide et à grande échelle. Le DDT se heurte par ailleurs au scepticisme d'Ernst Rodenwaldt, le coauteur présumé avec Erich Martini de l'attaque terroriste dans les marais pontins, et également de Hermann Eyer, le chef de l'Institut de recherches sur le typhus et les virus de l'OKH à Cracovie. Les attermoissements se poursuivent inutilement tout au long de 1944, puis le projet d'un DDT allemand sombre dans la débâcle. Seul le zyklon B est utilisé à grande échelle par l'Allemagne durant la guerre, à la fois dans son rôle originel d'insecticide, et surtout dans les chambres à gaz⁴⁹.

Les Alliés se montrent en revanche comme à leur habitude ouverts à toute nouveauté susceptible de les aider, et autrement plus réactifs. Paul Russell, le spécialiste en chef du paludisme en Italie, découvre tout le potentiel du DDT transmis par les services secrets américains à Berne (l'OSS). Américains et Britanniques renouvellent les tests chacun de leur côté, et parviennent aux mêmes résultats que les Suisses. Le DDT détruit les insectes, dont les moustiques et les poux, il n'a rien de complexe dans sa fabrication, ne coûte quasiment rien, et n'est *a priori* pas dangereux pour l'homme. De manière remarquable, l'effet du DDT demeure persistant durant six mois, de quoi tenir éloignés les relents épidémiques. Une manne céleste, alors que les soldats alliés se battent en Méditerranée et dans le Pacifique, en proie au typhus et au paludisme.

Tout comme Bayer possède sa filiale Winthrop aux États-Unis, J. R. Geigy détient les Cincinnati Chemical Works. Mais cette fois-ci aucun

souci de licence, de société contrôlée par les nazis, ou encore de substances complexes à produire et indisponibles. Les Cincinnati Chemical Works appartiennent à un pays neutre, la composition du DDT est simple au possible, et J. R. Geigy pratique un droit de licence particulièrement généreux. Dès la fin 1943, les Cincinnati Chemical Works produisent d'importantes quantités de DDT, de même qu'en 1944 pas moins de quatorze sociétés chimiques américaines, en plus des Britanniques. À partir de la fin de l'année 1943, le DDT parvient sur les théâtres d'opération militaires en Méditerranée et dans le Pacifique. Il équipe les Malaria Survey Unit de Paul Russell, s'ajoutant aux comprimés d'atabrine, aux moustiquaires et autres matériels de prévention utilisés jusqu'ici. Testé sur les camps de prisonniers d'Afrique du Nord, le DDT réalise des miracles. Il est aussitôt expédié sur le front italien où, en octobre 1943, une épidémie de typhus sévit dans Naples fraîchement libérée. L'origine de la contamination semble provenir de soldats italiens de retour du front de l'Est, et aussi de l'ouverture des portes de la prison de Poggioreale par les Allemands juste avant leur départ. Les prisonniers contaminés ont contribué à répandre l'épidémie à travers la ville, provoquant des milliers de malades et des centaines de morts. Deux stations médicales sont mises en place, permettant de traiter 72 000 civils par jour, soit en trois semaines 1,3 million de personnes. L'épidémie de typhus est terrassée⁵⁰.

Galvanisé par l'arrivée du DDT, Paul Russell déclenche une campagne d'action contre les marais pontins, où les inondations ont provoqué une recrudescence du paludisme. Il fait équiper des chasseurs américains P-40 pour leur permettre de répandre le produit par voie aérienne. Au sol, des équipes munies de pulvérisateurs arpentent les villages infestés, tout en expliquant l'intérêt du nouveau produit aux autochtones, et comment s'en servir. Le DDT n'étant quasiment pas soluble dans l'eau, il est d'abord mélangé avec 5 % de kérosène. L'odeur produite est certes gênante, et l'action nécessite de transporter de larges quantités de kérosène par citernes. Plus tard, cet hydrocarbure sera avantageusement remplacé par du talc, inodore et léger à transporter en sachets. Les efforts de Russell permettent de contenir efficacement l'épidémie de paludisme, qui touche tout de même plus de 100 000 civils. Les provinces de Frosinone et de Littoria se partagent en majeure partie ce total, qui aurait pu être beaucoup plus élevé. Le DDT, utilisé par la suite de manière intensive par le gouvernement italien, finit par pratiquement éradiquer le paludisme dans les années d'après guerre⁵¹.

Le succès du DDT attire l'attention de Winston Churchill. Comme toujours enthousiaste et visionnaire avec les découvertes scientifiques et techniques, le Premier ministre britannique saisit parfaitement le potentiel du nouveau produit et l'exprime dans un discours à la radio le 28 septembre 1944 : « L'excellente poudre DDT, qui a été rigoureusement testée et a produit des résultats stupéfiants, sera désormais utilisée à grande échelle par l'armée britannique en Birmanie et par les forces américaines et australiennes dans le Pacifique, en Inde et sur tous les autres théâtres d'opération⁵². »

Le déploiement massif du DDT aux côtés de l'atabrine permet d'apporter une solution efficace contre le paludisme et aussi le typhus, sur tous les fronts. Toutefois, ces deux armes ne font que prévenir l'apparition des maladies, ou soignent seulement les symptômes. Il n'existe encore aucun vaccin ni même de médicament permettant de guérir du paludisme, à part la chloroquine, qui n'entrera en service qu'après guerre. Au début de 1944, la recherche sur le paludisme emploie 400 chercheurs aux États-Unis, bénéficiant de la trésorerie luxueuse de l'OSRD. Ainsi, les Américains ne se contentent-ils pas du DDT et de la promesse de la chloroquine, et poursuivent-ils leurs recherches.

Depuis l'automne 1943 existe un Board for Coordination of Malaria Studies, incluant des représentants de l'armée de terre, de la Navy, du National Research Council et du Committee on Medical Research de l'OSRD. Cet organisme bénéficie de l'accord gouvernemental pour procéder à de nouveaux types de recherches, quelque peu surprenants : « L'expérimentation humaine n'est pas seulement souhaitable, mais nécessaire pour l'étude des nombreux problèmes de la médecine de guerre auxquels nous sommes confrontés. » Une déclaration qui ne serait pas sans rappeler le point de vue de la médecine nazie, si celle-ci n'était pas assortie d'une précision majeure : « Lorsque n'importe quel risque est en jeu, seuls les volontaires doivent être utilisés comme sujets, et seulement après leur avoir parfaitement expliqué les risques⁵³. » Les essais médicaux sur l'homme sont autorisés aux États-Unis, mais théoriquement, et de façon notablement différente à l'Allemagne nazie, uniquement sur volontaires. Plusieurs centres accueillent ces expérimentations, les deux principaux étant le Goldwater Memorial Hospital de New York et le pénitencier de Stateville dans l'Illinois.

Dans le flambant neuf Goldwater Memorial Hospital de 1 600 lits, les tests cliniques sont dirigés par le néphrologue James A. Shannon (1904-1994). De manière assez troublante, Shannon n'hésite pas à employer le terme de « matériel » pour désigner les malades, à l'instar du SS Erwin Ding-Schuler en Allemagne ou de Shirō Ishii au Japon⁵⁴. Par ailleurs, l'Américain ne se contente pas de tester le paludisme sur des malades atteints de syphilis, selon les préceptes définis par Julius Wagner-Jauregg avec sa malariathérapie. Shannon dépasse la ligne rouge en proposant également d'inoculer des schizophrènes, et des objecteurs de conscience. Ceux-ci refusant de porter une arme et donc de servir dans l'armée, ils prouveraient ainsi leur patriotisme. Les tests se déroulent effectivement, Shannon et ses médecins se concentrant sur les tests à l'atabrine, dont le mode d'action demeure peu connu. Ils finissent par cerner le fonctionnement du médicament, dont l'efficacité est notablement ralentie par le foie, qui absorbe massivement ces substances chimiques. La qualité de l'atabrine produite par Winthrop étant autrement meilleure en 1944 qu'au début de la guerre, une forte dose initiale permet de dépasser le problème en provoquant une saturation et une accélération des effets thérapeutiques. La découverte est immédiatement adoptée par l'armée

américaine, et appliquée de manière bénéfique sur tous les théâtres d'opération⁵⁵.

Les expérimentations médicales sur la plus grande échelle se déroulent au pénitencier de Stateville. Elles sont effectuées sous l'égide de l'université de Chicago, située à proximité, et dirigées par un autre néphrologue, Alf S. Alving. À partir d'octobre 1944, Alving dispose d'un étage entier du pénitencier et de plusieurs dizaines d'assistants, dont 23 objecteurs de conscience. Quarante prisonniers sont volontaires et acceptés dans les premiers mois, et au total 200 sur les deux années d'expériences. Tous sont blancs et n'ont jamais été atteints de paludisme – pour une raison alors inconnue, les personnes issues de l'immigration africaine résistent mieux à *Plasmodium vivax*. Une fois dûment avertis des risques et signataires de documents officiels, les détenus sont rémunérés entre 25 et 100 \$ pour leur participation à l'effort de guerre, et bénéficient en outre d'une remise de peine. Alving se soucie réellement de la santé des prisonniers, s'appliquant à éviter toutes souffrances superflues. Il est atterré en perdant son seul malade au début de 1945, Nolan Milam, qui après avoir pris un dérivé de plasmochine décède d'une crise cardiaque. Les expériences se poursuivent toutefois après guerre, permettant de tester efficacement la fameuse chloroquine et d'autres nouveaux médicaments⁵⁶. Ces expériences sont initialement recouvertes d'un silence pudique, voire gêné. Leur ampleur ne saurait toutefois passer inaperçue, et dès 1944 des fuites attirent l'attention mondiale sur Stateville.

Sur le terrain militaire, le DDT suit pour sa part partout les armées alliées jusqu'à la victoire finale. Dans le Pacifique, il est employé en force en Nouvelle-Guinée depuis le printemps 1944, et contribue notablement à la victoire contre le paludisme. En Europe, le DDT se révèle particulièrement utile dans les dernières semaines de la guerre avec la libération des camps ravagés par le typhus. Le camp de Bergen-Belsen, atteint par les troupes britanniques le 15 avril 1945, est en partie brûlé pour détruire les poux. Avant d'être endiguée, l'épidémie de typhus a toutefois le temps de provoquer des ravages sur les prisonniers terriblement affaiblis et vulnérables. Anne Frank figure ainsi parmi les ultimes victimes de Bergen-Belsen. Les survivants sont soumis à un traitement au DDT, non sans être de prime abord dubitatifs :

Après deux ou trois jours passés à l'hôpital, nous avons vécu notre première rencontre avec le DDT. Lorsque les soldats anglais sont entrés dans l'hôpital avec leurs pulvérisateurs, nous les avons tous toisés de haut. Ils voulaient utiliser cette poudre blanche insignifiante pour détruire des millions de poux ! [...] Mais, sous nos yeux, quelque chose proche du miracle a débuté. Lentement, les incessantes démangeaisons, si douloureuses sur notre peau infectée, ont commencé à disparaître, et ce grand soulagement nous a finalement convaincus que nous étions libres. Ô Grand, Puissant Bienfaiteur, Inventeur du Pouvoir Blanc⁵⁷ !

Et justement le Puissant Bienfaiteur, Paul Hermann Müller – qui n'a rien inventé du tout –, accède quelques années plus tard à la reconnaissance. En 1945, Alexander Fleming avait partagé le Prix Nobel de physique ou de

médecine avec Howard Florey et Ernst Chain, bien qu'il n'ait pas réellement découvert la pénicilline, et ne l'ait aucunement exploitée. De manière un peu plus logique, Müller reçoit ce même prix en 1948, avec le mérite d'avoir au moins exploité le DDT après sa lointaine découverte par Othmar Zeidler en 1874. Ce dernier n'a toutefois pas la même chance que Fleming ; il est depuis longtemps décédé en 1911.

Les expériences médicales américaines ont pour leur part intrigué la presse mondiale après guerre, et n'ont pas manqué de servir à la défense nazie lors du procès des médecins à Nuremberg en 1947. De fait, les tests de James Shannon et Alf Alving sont parfois proches d'égratigner le code de Nuremberg établi durant le procès, définissant les conditions « acceptables » des expériences médicales sur l'humain. La clause numéro 5 stipule ainsi qu'« aucune expérience ne devrait être conduite lorsqu'il existe une raison de croire que la mort ou une blessure incapacitante pourraient survenir⁵⁸ ». Heureusement pour les Américains, l'Histoire ne s'écrit que par les vainqueurs. Les États-Unis n'ont pas ratifié le code de Nuremberg, qu'ils ont pourtant contribué à rédiger. Le principal témoin entendu par le jury est Andrew C. Ivy, un physicien de l'université de Chicago, l'organisme en charge des expériences médicales au pénitencier de Stateville. Ivy prouve facilement la différence entre les tests américains et ceux de Klaus Schilling à Dachau, effectués sans le consentement des prisonniers et responsables de centaines de victimes⁵⁹. Le jugement final ne retient rien de la défense, tous les médecins nazis étant reconnus coupables.

Les expérimentations médicales américaines se poursuivent librement après guerre. D'autres tests menés sur la syphilis à Tuskegee dans l'Alabama vont beaucoup plus loin que ceux de Stateville. Jusqu'en 1972 et le temps de l'indignation mondiale, plusieurs dizaines d'Afro-Américains meurent en qualité de « témoins », à l'instar des camps nazis, sans recevoir de traitements. Des tests similaires pratiqués au Guatemala à la fin des années 1940 coûtent de même la vie à près d'une centaine de malades.

Les Américains n'ont cependant pas attendu l'après-guerre pour effectuer des recherches dépassant de loin l'éthique théorique du code de Nuremberg. En plein conflit, et cette fois-ci dans le plus grand des secrets, des tests d'une tout autre nature ont été pratiqués, à l'insu des victimes, et sans utilité pour ces derniers. Car ces expériences se sont déroulées dans le cadre de la priorité absolue de l'OSRD de Vannevar Bush : posséder la bombe atomique.

VIII

On ne juge pas un vainqueur

« Le consentement volontaire du sujet humain est absolument nécessaire. »

Code de Nuremberg
sur les expérimentations humaines¹.

26 avril 1945. La bataille de Berlin entre dans sa dernière phase. L'Armée rouge progresse dans les ruines de la capitale du Reich, s'approchant irrémédiablement du refuge d'Adolf Hitler. Dans son bunker fanatiquement défendu par les derniers Waffen-SS, le dictateur nazi se prépare pour un vaste programme : se marier avec sa compagne de longue date Eva Braun, et, dans la foulée de cet événement, se suicider. Le même jour, sur son lit d'hôpital, un illustre inconnu baptisé de manière barbare « CH-1 » reçoit une injection de 6,5 microgrammes de plutonium. Le malheureux n'est toutefois pas la énième victime tardive d'une expérimentation nazie. Il n'est de même aucunement prisonnier d'un camp de concentration allemand. Le sujet « CH-1 » se situe à plus de 7 000 kilomètres de Berlin, dans un hôpital de Chicago, entre les mains de médecins américains. Et certains d'entre eux n'ont pas la conscience tout à fait tranquille.

Le patient HP-12

Au début de l'année 1945, le plutonium est un élément chimique encore mal connu, observé pour la première fois en février 1941 au Radiation Laboratory d'Ernest Lawrence, dans le cyclotron de l'université de Californie, Berkeley. L'auteur de cette découverte est le chimiste américain Glenn Theodore Seaborg (1912-1999), docteur de l'université de Californie,

Berkeley, en 1937, professeur de chimie dans le même établissement en 1945, et Prix Nobel de chimie en 1951². Après avoir bombardé de l'uranium 238 avec du deutérium, Seaborg et son équipe remarquent la création du plutonium, puis déterminent quelques semaines plus tard son pouvoir fissile, susceptible de soutenir une fission nucléaire. Le plutonium servira à fabriquer la bombe *Fat Man*, larguée sur Nagasaki le 9 août 1945.

En avril 1942, Glenn Seaborg quitte Berkeley pour rejoindre le Chicago Metallurgical Laboratory de l'université de Chicago, où Enrico Fermi et son équipe construisent dans le plus grand secret la Pile-1, qui pour la première fois le 2 décembre déclenche une réaction en chaîne de fission nucléaire. Seaborg est chargé d'obtenir du plutonium à partir de l'uranium, une tâche longue et pénible, dont les effets sur la santé sont inconnus. Le 5 janvier 1944, Seaborg s'ouvre de ses inquiétudes au docteur Robert Stone, directeur des services de santé du Chicago Metallurgical Laboratory :

Je crains que les risques physiologiques de travailler avec le plutonium et ses composants ne puissent s'avérer très importants. Au regard de sa longévité et de ses radiations alpha, la présence permanente dans le corps de doses même très faibles, telles un milligramme ou moins, pourrait être très nocive. [...] Je suggère qu'un programme de suivi de la progression du plutonium dans le corps soit mis en place le plus tôt possible. À mon avis, ce projet devrait recevoir la plus haute priorité³.

Stone rassure Seaborg, en lui affirmant que des expérimentations sur les rats sont déjà en cours. Huit mois plus tard, au mois d'août 1944, la question des effets du plutonium sur la santé resurgit brutalement dans les laboratoires de Los Alamos au Nouveau-Mexique, l'un des quatre sites du projet *Manhattan* chargé de la conception de la bombe atomique. Parmi les milliers d'employés du « site Y » top secret, un jeune chimiste de 23 ans, Don Mastick, effectue des recherches sur la radioactivité. Il dispose pour cela de l'ensemble du stock de plutonium de Los Alamos, soit un centigramme, contenu dans une petite ampoule en verre. Une réaction chimique est en train de s'y produire, ce que Mastick ne soupçonne pas, exerçant une forte pression sur l'ampoule. Lorsque celle-ci finit par exploser, son contenu est projeté contre les murs du laboratoire, et aussi dans la bouche du chimiste.

Horrifié, Don Mastick se rue dans le cabinet du docteur Louis Hempelmann (1914-1993), directeur des services de santé de Los Alamos. Docteur de l'École de médecine de l'université de Washington en 1938, Hempelmann est peu après employé au Radiation Laboratory à Berkeley, travaillant sur le cyclotron d'Ernest Lawrence. Sur l'invitation de Robert Oppenheimer, il rejoint au début de 1943 Los Alamos pour prendre la tête du service de santé, s'intéressant notamment aux effets des radiations. L'irruption de Mastick dans son bureau lui offre un redoutable cas concret. Hempelmann effectue immédiatement un lavage d'estomac sur le malheureux, qui heureusement pour lui ne développera aucune séquelle suite à l'incident. Pour l'heure, Hempelmann est confronté à l'inconnu. Il ignore totalement comment

détecter l'hypothétique présence résiduelle de plutonium dans l'organisme, ni à partir de quelle dose des conséquences néfastes pourraient éventuellement se produire.

Louis Hempelmann rend compte à Robert Oppenheimer de l'incident, et de la nécessité de réaliser des recherches médicales sur le plutonium. Le directeur des Laboratoires de Los Alamos acquiesce, rédigeant un memorandum le 16 août 1944. Il autorise la réalisation d'études biologiques permettant de détecter la présence de plutonium dans un organisme. Avec toutefois une condition : « Il serait souhaitable que ces tests puissent se dérouler ailleurs⁴. » Bien conscient de la probabilité d'en venir à des expérimentations humaines, Oppenheimer, Américain né d'une famille de juifs allemands, semble vraisemblablement désireux d'éloigner l'affaire de Los Alamos. Louis Hempelmann se tourne alors vers le colonel Stafford L. Warren, directeur médical du projet *Manhattan*. À la fin du mois d'août, il est entendu de conduire un programme de recherches à la fois sur des animaux et des humains⁵.

Les recherches médicales sur le plutonium poursuivent trois objectifs : protéger le personnel de l'exposition à cet élément chimique, développer des méthodes de détection de plutonium chez les personnes contaminées, et obtenir un traitement efficace. Le 25 mars 1945, Louis Hempelmann expose clairement les méthodes envisagées, en proposant de :

Réaliser des expérimentations humaines pour déterminer le pourcentage de plutonium produit journallement dans les urines et les excréments. Un patient de l'hôpital de Rochester ou de celui de Chicago pourrait être choisi pour des injections d'un à dix microgrammes de matériel, et les excréments pourraient être envoyées au laboratoire pour analyses⁶.

Quelques jours plus tard, 5 microgrammes de plutonium sont envoyés à Oak Ridge, dans le Tennessee (« site X »), l'un des sites du projet *Manhattan* abritant les gigantesques usines de fabrication de la bombe atomique. L'échantillon est reçu par Hymer Friedell (1911-2002), d'origine russe, docteur en médecine de l'université du Minnesota en 1939, et membre du projet *Manhattan* depuis 1942. Après avoir travaillé au Chicago Metallurgical Laboratory, Friedell est depuis 1943 médecin général adjoint du projet *Manhattan*, avec Stafford Warren⁷. Friedell ne rencontre aucune difficulté pour trouver un sujet d'expérience. Il suffit de faire son choix parmi les patients de l'hôpital militaire d'Oak Ridge.

Rien ne prédestinait Ebb Cade à rentrer dans l'histoire – bien malgré lui. Né en Géorgie et résidant en Caroline du Nord, Cade est venu à Oak Ridge avec ses deux frères pour trouver du travail, prodigué en abondance par l'immense usine créée *ex nihilo*. Décrit sur les rapports médicaux comme un « homme de couleur » âgé de 53 ans en 1945, Ebb Cade est employé par la J. A. Jones Construction Company pour fabriquer du ciment. Le samedi 24 mars, l'ouvrier, ses deux frères et trois autres employés roulent vers Oak

Ridge. Parvenus à moins de 3 kilomètres du « site X », ils doivent éviter un véhicule accidenté sur la route, et, probablement aveuglés par le soleil, ne voient pas arriver un camion-citerne en sens inverse. La collision frontale est inévitable. Les passagers grièvement blessés sont transportés au proche hôpital militaire d'Oak Ridge⁸. Ebb Cade est admis avec de sérieuses fractures aux bras et aux jambes, tout en étant conscient. Il est décrit comme « bien nourri », et capable de déclarer à ses médecins qu'il a toujours été en bonne santé⁹. Hymer Friedell choisit Cade pour procéder aux expérimentations, qui débutent le 10 avril 1945. Il délègue par ordre écrit l'injection de plutonium à d'autres médecins. Cade reçoit 4,7 microgrammes de plutonium 239, sans son consentement. Dès le lendemain, Hymer Friedell fait assaut de satisfaction et d'optimisme en rendant compte à Louis Hempelmann à Los Alamos : « Tout s'est déroulé sans difficulté, et je pense que nous disposerons d'informations très importantes que nous vous communiquerons¹⁰. » À son insu, l'ouvrier américain Ebb Cade sera plus tard connu comme le patient « HP-12¹¹ » (*Human Product* – « produit humain »).

Les observations sont théoriquement prévues pour durer quarante à soixante jours, avec des prélèvements réguliers d'excréments, de sang et de tissus osseux. Accessoirement, Ebb Cade est aussi soigné pour les fractures consécutives à l'accident, et également pour des caries dentaires, qui lui valent la lourde extraction de quinze dents. Celles-ci sont immédiatement expédiées en laboratoire pour y détecter la présence de plutonium, sans qu'il soit possible d'affirmer que cette opération relève avant tout d'une démarche normale de soins dentaires, ou du seul désir de disposer d'éléments à analyser¹². Les expérimentations n'ont toutefois pas le temps d'être menées jusqu'au bout. Ebb Cade finit par disparaître de lui-même – ou est libéré après avoir été soigné de ses fractures, selon les versions. Faute de suivi, il n'est pas possible d'évoquer les éventuelles conséquences du traitement infligé à Cade. Le malheureux ouvrier décède anonymement d'une crise cardiaque le 13 avril 1953 à Greensboro, en Caroline du Nord¹³. Les tests n'ont par ailleurs pas servi à grand-chose, puisque, outre une erreur de manipulation dans les échantillons d'urine, « le patient pourrait ne pas avoir été un sujet idéal » en raison de problèmes de santé antérieurs insoupçonnés, dont une déficience rénale¹⁴.

Les expérimentations effectuées sur Ebb Cade dépassent de loin les précédents cas évoqués. Contrairement à Albert Alexander, le policier d'Oxford volontaire pour le traitement pionnier à la pénicilline en 1941, il n'est ici pas question d'espérer soigner un patient mourant. À l'inverse, Ebb Cade est sélectionné pour son bon état de santé (supposé), le traitement au plutonium ne pouvant au mieux que ne rien changer, et au pire qu'engendrer de graves conséquences. De même, les expériences sur le paludisme réalisées au même moment par le docteur Alf Alving au pénitencier de Stateville, quoique ne relevant pas de la nécessité, sont effectuées sur des patients malades ou des volontaires, rémunérés pour l'occasion. Cade ignore tout de la

teneur de l'injection en plutonium 239, qui, loin d'être un traitement destiné à trouver un nouveau remède, a plutôt des chances de lui provoquer un cancer.

Ces agissements fort peu en rapport avec le serment d'Hippocrate – pas plus qu'avec le futur code de Nuremberg – sont toutefois loin d'être isolés dans les États-Unis des années 1940 et 1950. De nombreuses expériences sont menées sans le consentement des patients, certes le plus souvent sur des sujets déjà malades, mais avec parfois des traitements sans rapport avec les maux dont souffrent les patients, comme pour les expérimentations de James Shannon sur le paludisme au Goldwater Memorial Hospital de New York. De nombreux paramètres expliquent ces pratiques considérées tacitement comme « normales ». L'opportunisme semble assez courant, comme l'évoque rétrospectivement un médecin de Harvard :

Je suis honteux de le dire ; c'était comme si, et je le dis de manière volontairement crue, vous commandiez une poignée de rats d'un laboratoire, et vous disposiez de sujets expérimentaux. On ne leur demandait rien. Ils pouvaient deviner qu'ils étaient impliqués dans quelque chose, puisqu'une jeune femme venait chaque heure leur demander comment ils se sentaient, et évaluer leurs souffrances. Nous n'avons jamais fait le moindre effort pour découvrir s'ils se doutaient de leur rôle¹⁵.

Les patients malades semblent par ailleurs des sujets faciles, totalement dépendants de l'efficacité des médecins et de leur bon vouloir ; un constat admis par un ancien chercheur ayant commencé sa carrière dans les années 1940 :

Personne n'est plus prisonnier qu'un patient malade. Vous souffrez. Vous vous sentez terriblement mal. Vous voyez une personne qui vient vous aider. Vous faites tout ce qu'elle dit. Vous êtes prisonnier. Vous ne pouvez pas, en particulier si vous êtes malade et mourant, délaissier un docteur et en choisir un autre sans prendre un grand risque, et potentiellement perdre des soins vitaux¹⁶.

Le facteur économique n'est pas non plus à exclure, d'après un professeur de l'université d'Emory engagé dans les années 1940 sur des études bactériologiques, et utilisant des patients défavorisés : « Nous prenions soin d'eux, et pensions mériter une compensation en retour, qui ne serait pas comptabilisée dans les honoraires, et de toute façon nos impôts payaient leurs frais d'hospitalisation¹⁷. » Le respect lié à la profession médicale et à la figure du médecin semble également à prendre en compte, comme en témoigne un radiologiste officiant au Moffitt Hospital de San Francisco dans les années 1950 :

En 1945 et dans les années 1950, le médecin [...] était un roi ou une reine. Il ne venait jamais à l'esprit du médecin de demander le consentement pour quoi que ce soit [...] [De nos jours], les gens pensent, oh, une injection avec du plutonium, pourquoi le médecin n'a rien dit au patient ? Les médecins n'avaient pas l'habitude de parler aux patients. Ils faisaient autorité, et personne ne le contestait. Désormais, cela semble incroyable. Mais à cette époque, le monde fonctionnait ainsi¹⁸.

Quoi qu'il en soit des possibilités d'explications sur ces agissements dans un pays civilisé comme les États-Unis, les tests humains existent bel et bien, Ebb Cade n'étant pas un cas isolé au début de 1945. Il n'est pas non plus une victime isolée dans l'histoire du projet *Manhattan*, mais au contraire le premier d'une longue série de cas humains expérimentaux.

La liste de Manhattan

L'expérience « médicale » peu probante réalisée sur Ebb Cade au printemps 1945 à Oak Ridge signe le début des tests sur les effets d'éléments chimiques radioactifs sur l'humain. Hymer Friedell, le directeur médical adjoint du projet *Manhattan*, se réjouit de la poursuite des tests, et le fait savoir à l'instigateur du programme à Los Alamos, Louis Hempelmann : « Je pense que nous aurons accès à un matériel clinique considérable ici [Oak Ridge], et nous espérons effectuer plusieurs tests¹⁹. » Outre l'hôpital militaire d'Oak Ridge, les tests s'effectuent également aux universités de Rochester (New York), de Californie et de Chicago. Dans chaque cas, le traitement n'est évidemment pas censé contribuer à l'amélioration de la santé du patient, mais au contraire susceptible de la détériorer très sérieusement. Le but recherché suit les grands axes définis par Louis Hempelmann, Stafford L. Warren et Robert Oppenheimer en mars 1945 : préserver les conditions de sécurité des milliers de techniciens, ingénieurs et scientifiques engagés dans le projet *Manhattan*.

Les expériences suivant celle d'Ebb Cade se déroulent dans le Billings Hospital de l'université de Chicago, déjà engagé dans les expérimentations sur le paludisme au pénitencier de Stateville. Trois patients reçoivent un traitement pour le moins spécial, à base de plutonium, dans les mois précédant et suivant la fin de la Seconde Guerre mondiale, entre avril et décembre 1945. Ils sont froidement baptisés CH-1, CH-2 et CH-3²⁰ (« CH » pour *Chicago*). Contrairement à Ebb Cade, les trois victimes sélectionnées sont gravement malades, atteintes de cancers en phase terminale. Ce sursaut (relatif) d'éthique est intentionnel, au moins pour CH-1 et CH-2 : « L'espérance de vie des personnes sélectionnées était si compromise qu'elles ne pouvaient pas être mises davantage en danger par les injections de plutonium²¹. » Le 26 avril 1945, le patient CH-1 reçoit 6,5 microgrammes de plutonium. Âgé de 68 ans, le malheureux souffre d'un double cancer de la bouche et des poumons. L'homme demeure « dans un état stable jusqu'en août 1945, puis se plaint de douleurs dans la poitrine » ; il décède le 3 octobre 1945²². CH-2 reçoit pour sa part une très forte dose de 95 microgrammes de plutonium, le 27 décembre 1945. Âgée de 55 ans, la patiente était déjà « dans un très mauvais état de santé au cours de son admission », et décède peu après le 13 janvier 1946²³. D'après l'un des responsables des expériences interrogé par la suite, un

certain docteur E. R. Russell, les patients étaient « informés qu'une substance radioactive était sur le point de leur être injectée²⁴ », sans qu'il soit possible de confirmer ou non ses dires.

Une série beaucoup plus importante de tests humains se déroule en parallèle à l'université de Californie, Berkeley. Le maître d'œuvre en est le médecin Joseph Gilbert Hamilton (1907-1957), docteur de l'université de Californie, San Francisco, en 1936, connu pour ses recherches²⁵ en thérapie, effectuées avec son collègue et ami Robert Stone, contre le cancer, utilisant des isotopes radioactifs. Employé au Radiation Laboratory d'Ernest Lawrence à Berkeley, Hamilton réalise d'abord des tests au plutonium sur des rats, comme Stone l'avait affirmé en janvier 1944 à Glenn Seaborg. Un an plus tard, en janvier 1945, soit trois mois avant le lancement officiel du programme de recherches par Louis Hempelmann, Hamilton prévoit déjà d'« entreprendre, sur une échelle limitée, une série d'études métaboliques en utilisant des sujets humains²⁶ ».

Les patients internés à Berkeley reçoivent des appellations toutes aussi poétiques que celles de Chicago : CAL-1, CAL-2 et CAL-3 (« CAL » pour California). CAL-1, ou Albert Stevens pour l'état civil, reçoit une mixture de 1,05 microgramme de plutonium 238 et 239, censée ne pas provoquer davantage de dégâts que son cancer avancé à l'estomac. Toutefois, une biopsie tardive rétrograde le supposé cancer au niveau d'un ulcère gastrique bénin. Stevens, nullement informé de son injection, est tout de même gardé en observation deux mois pour son pseudo-cancer, puis sort guéri de son ulcère. Pour continuer à prélever ses urines et déjections, Hamilton propose gracieusement de « rémunérer l'homme 50 dollars par mois²⁷ », pour l'inciter à demeurer à proximité de Berkeley. Sous prétexte d'étudier les causes de la guérison spectaculairement rapide de son cancer fantôme, l'un des médecins de Hamilton, Kenneth Scott, se rend régulièrement au domicile d'Albert Stevens, non sans appréhension : « Sa sœur était infirmière, et très suspicieuse à mon égard. Mais à ma connaissance, il n'a jamais découvert quoi que ce soit²⁸. » Stevens développe par la suite une dégénérescence de la colonne vertébrale consécutive à une accumulation de plutonium dans les os, et meurt d'une déficience cardiaque le 9 janvier 1966²⁹.

Le deuxième cas de Joseph Hamilton, CAL-2, ou Simeon Shaw pour sa famille, ne manque pas d'interpeller. Venu spécialement d'Australie pour soigner son cancer des os en avril 1946, Shaw n'est guère conscient de ce qui lui arrive : c'est un petit garçon âgé de 4 ans. Il reçoit une solution contenant du plutonium, et aussi de l'yttrium et du cérium – sans le consentement de sa mère, qui accompagne son fils à Berkeley. L'objectif de Hamilton est à la fois de poursuivre les tests secrets du programme, et aussi de continuer ses recherches sur le traitement des cancers par isotopes radioactifs. Simeon Shaw retourne toutefois en Australie un mois plus tard sans suivi, et meurt peu après en janvier 1947 des suites de son cancer³⁰. Le troisième patient de Hamilton, Elmer Allen, alias CAL-3, est traité dans la même double optique que Simeon

Shaw, souffrant également d'un cancer des os dans une jambe. Âgé de 36 ans, Allen reçoit le 18 juillet 1947 une injection de plutonium, puis est par la suite amputé de sa jambe déficiente. Une opération chirurgicale qui sert de prétexte pour examiner en toute tranquillité la concentration de plutonium dans les os et les tissus³¹.

Dans le cadre des expériences humaines du projet *Manhattan*, les tests effectués à l'université de Rochester se distinguent par une certaine originalité en utilisant, en plus du plutonium, l'uranium, le radium et le polonium. Pour le plutonium, pas moins de onze sujets sont sélectionnés par Wright Haskell Langham (1911-1972), jeune docteur en biochimie de l'université du Colorado en 1943, et futur expert en plutonium³². Les sujets sont choisis en fonction de leur métabolisme, comme l'évoque Langham : « Il est de première importance que les sujets disposent de fonctions rénales et hépatiques normales, puisqu'il est souhaitable d'obtenir le même métabolisme qu'un employé actif³³. » Les cas humains sélectionnés ne souffrent ainsi pas de cancers mais de cirrhoses, sclérodermies ou encore ulcères leur laissant encore une certaine espérance de vie – ce que niera par la suite Langham³⁴. Mais tout comme à Oak Ridge, Chicago et Berkeley, les onze patients, baptisés HP-1 à HP-11³⁵ (*Human Product* – « produit humain ») ignorent leur traitement spécial, et même potentiellement certains médecins leur injectant le plutonium, comme le suggère par la suite en 1974 Louis Hempelmann. Les tests se déroulent d'octobre 1945 à juillet 1946, sur sept hommes et quatre femmes allant de 18 à 68 ans. Des doses de 4,6 à 6,5 microgrammes de plutonium sont injectées. Les déjections des victimes sont régulièrement contrôlées par Langham, pour détecter la répartition de l'élément chimique dans l'organisme³⁶.

Contrairement aux essais effectués avec le plutonium, qui n'ont pas pour but de détériorer la santé du patient, l'uranium est testé à Rochester pour définir le seuil de tolérance maximal à cet élément chimique. Une perte de santé est donc attendue *in fine*. Les patients choisis ne souffrent pas là non plus de maladies en phase terminale comme le cancer, mais d'alcoolisme, de malnutrition ou encore de tuberculose. Sur six cas humains testés à l'uranium 234 et l'uranium 235, seul le dernier présente une radioactivité dans ses urines – mais tous accroissent dramatiquement leurs risques de cancer à long terme. Enfin, cinq autres malheureux en phase terminale de cancer sont sélectionnés pour recevoir un traitement au plutonium, dont un par ingestion. L'objectif est ici de mesurer le taux d'absorption de cet élément dans différents tissus de l'organisme³⁷.

Les expérimentations médicales du projet *Manhattan* prennent fin dans le courant de l'année 1947. Dès le 24 décembre 1946, pour l'université de Californie, un ordre stoppe immédiatement les expériences : « Il est recommandé d'arrêter le travail sur des sujets humains³⁸. » Dans le contexte historique du tribunal de Nuremberg, les tests de *Manhattan* semblent subitement devenus gênants. Au mois de mai, le code de Nuremberg rédigé

par les juristes américains expose les prérequis nécessaires aux expérimentations humaines. De manière éloquent, les tests de *Manhattan* enfreignent neuf des dix points du code, à commencer par le premier : « Le consentement volontaire du sujet humain est absolument nécessaire³⁹. » Il n'est d'autre part pas question d'« éviter toute souffrance physique et mentale non nécessaire » (clause 4), ou de s'arrêter au constat qu'il « existe une raison de croire que la mort ou une blessure incapacitante pourraient survenir »⁴⁰ (clause 5). De même, les sujets d'expérience sont bien incapables de « mettre fin librement aux expériences », de par leur ignorance des faits. Seule la clause 8 semble cyniquement respectée : « Les expériences devraient être conduites par des personnes scientifiquement qualifiées⁴¹. »

Au total, jusqu'en 1947, la terrible liste de *Manhattan* ne comporte pas moins de 18 humains injectés avec du plutonium, 5 autres avec du polonium, et 6 personnes avec de l'uranium⁴². En 1950, Wright Langham participe à la rédaction d'un rapport secret listant les résultats obtenus. 66 % du plutonium injecté dans les organismes humains s'est incrusté dans les os, et 23 % dans le foie. Ainsi, « le squelette et le foie apparaissent d'un intérêt majeur dans la prise en compte du plutonium, ces deux organes totalisant près de 90 % du plutonium présent dans le corps ». Par ailleurs, le plutonium circulant dans le sang baisse rapidement, passant de 35,7 % après quatre heures à 15,7 % après un jour, puis 1,2 % au bout de dix jours et 0,3 % après un mois⁴³.

Ces constats établis, les expérimentations médicales de *Manhattan* plongent dans un épais silence. De 1953 à 1957, cette fois-ci dans le contexte de la guerre froide, de nouvelles expériences se déroulent au Massachusetts General Hospital, avec des injections à l'uranium, là encore sans le consentement des patients⁴⁴. L'histoire de ces recherches au moins litigieuses éclate finalement près de quarante ans après la première expérience sur Edd Cabe, avec la constitution d'un Advisory Committee on Human Radiation Experiments (ACHRE) en 1994. Le rapport de ce comité livre un jugement sans concession sur les tests « médicaux » :

[Le comité] est certain que ces expériences étaient motivées pour des raisons de sûreté nationale et pour la sécurité des employés [...]. Toutefois, avec l'exception éventuelle des expériences sur le polonium, nous pensons que ces tests n'avaient rien d'éthique. Dans la conduite de ces expériences, deux principes moraux furent violés – personne n'est censé utiliser autrui pour atteindre ses fins, tout comme personne n'est censé tromper son prochain ; aucune justification morale acceptable n'existe dans une telle conduite. Des considérations de sûreté nationale auraient pu nécessiter de conserver le silence sur des substances secrètes, mais elles n'auraient pas permis d'utiliser des sujets dans des expériences sans leur consentement. [...] La gravité de la manière irrespectueuse dont ont été traités les sujets et leurs familles est renforcée par le fait qu'il s'agissait de patients hospitalisés, [...] les rendant vulnérables à l'exploitation. Qu'une personne ne soit pas susceptible de vivre assez longtemps pour subir les conséquences [des expériences] ne justifie pas de lui manquer de respect, en sa qualité d'humain⁴⁵.

Certes, sur une échelle virtuelle de l'horreur, les expériences

« médicales » du projet *Manhattan* ne sauraient soutenir une comparaison poussée avec les horreurs pratiquées par les médecins nazis dans les camps d'extermination et de concentration ; toutefois, et sans même évoquer le serment d'Hippocrate, le code de Nuremberg est nettement violé, de long en large, des deux côtés de l'Atlantique. Mais, selon une citation attribuée à l'impératrice Catherine II, « on ne juge pas un vainqueur ».

L'Europe d'abord

La Seconde Guerre mondiale se distingue à la fois en sa « qualité » de conflit le plus meurtrier de l'Histoire, et aussi avec une majorité de victimes civiles. Ces dernières subissent les violences de guerre (affrontements militaires, bombardements, exécutions...), mais aussi les conséquences indirectes liées au conflit : maladies et famine. Les estimations totales des victimes varient ainsi fortement, passant d'au moins 50 millions de morts (civils et militaires) à 85 millions en prenant en compte les causes périphériques de décès⁴⁶. Les civils chinois et ceux de l'URSS constituent à eux seuls une part effarante de ce sinistre bilan, avec 20 à 25 millions de morts, soit près du quart des victimes⁴⁷.

Plusieurs famines émaillent la Seconde Guerre mondiale, liées de manière plus ou moins directe au conflit. En Europe, la Grèce connaît sa « Grande Famine » entre 1941 et 1944, en majeure partie initiée par le pillage en règle du pays par les nazis, et aussi du fait du blocage naval britannique. L'hiver 1942 voit un pic de mortalité cinq à six fois supérieur à l'hiver précédent, avec selon l'historien grec Mark Mazower près de 50 000 victimes dans la seule région d'Athènes, sur un total estimé à 300 000 tout au long de l'occupation⁴⁸. Aux Pays-Bas, la « famine d'hiver » en 1945 sévit jusqu'à la fin de la guerre, attisée par les destructions stratégiques opérées par les forces allemandes pour stopper la progression alliée. L'intervention massive des armées de l'air britanniques et américaines à la fin de la guerre permet de soulager efficacement les populations civiles, réduites à 400 grammes de pain par personne et par semaine. Au moins 16 000 Hollandais meurent de malnutrition et de maladies corrélatives⁴⁹.

D'autres famines liées à la Seconde Guerre mondiale, moins connues, se déroulent hors de l'Europe. Dans un pays dépendant essentiellement de ses importations pour la nourriture, le Maroc subit de plein fouet les conséquences des hostilités, aggravées par plusieurs années déficientes en précipitations. Le strict rationnement imposé par les autorités coloniales, la limitation puis l'arrêt des échanges avec la métropole et une sévère sécheresse en 1945 provoquent des dizaines de milliers de victimes jusqu'à la fin des années 1940, avant la réouverture des échanges et l'aide venue de France⁵⁰. Dans le sud de l'Afrique, pourtant loin des lignes de front, la « famine de Ruzagayura » touche en 1944 le Ruanda et l'Urundi sous mandat belge

(actuels Rwanda et Burundi). Là aussi, des sécheresses ont auparavant sévi en 1942 et 1943, conjuguées cette dernière année avec une offensive en règle de vermines contre les cultures. Si la Société des Nations leur a interdit toute instruction militaire, les Rwandais doivent tout de même fournir la nourriture des militaires congolais de la Force publique défendant le Rwanda, et réaliser des travaux six jours sur sept pour l'effort de guerre – sans avoir le temps ou presque de cultiver. Faute de réserves alimentaires, la famine de 1944 entraîne de 36 000 (ministère belge des Colonies) à 50 000 (ONU) morts, et des centaines de milliers de déplacés au Congo, créant un climat durable d'instabilité⁵¹.

La Chine n'a pas attendu le déclenchement européen de la Seconde Guerre mondiale pour s'enflammer. Depuis 1927 la guerre civile chinoise fait rage entre les nationalistes de la république de Chine de Tchang Kaï-chek et les communistes de la République populaire de Mao Zedong. Une fragile trêve s'instaure en 1937 au déclenchement de l'épouvantable seconde guerre sino-japonaise, succession unimaginable de désastres par la suite imbriqués *de facto* dans la Seconde Guerre mondiale jusqu'à sa fin. Les communistes et surtout les nationalistes font face à l'agression impérialiste de l'ennemi historique japonais. Aux batailles et massacres de civils s'ajoutent en 1942 et 1943 la famine du Henan, une province de l'est de la Chine en partie occupée par l'envahisseur nippon, et l'un des greniers à blé de la Chine. Outre l'ouverture des digues du Fleuve jaune en 1938 pour stopper les Japonais, plusieurs mauvaises récoltes précédentes et un déficit de pluie laissent craindre le pire au début des années 1940. Les nationalistes précipitent la famine de 1943 en imposant peu avant un système de taxes en grains, pour alimenter l'armée de Tchang Kaï-chek au moral peu ardent. Deux à trois millions de morts sanctionnent cette accumulation de causes, avec des scènes terribles de ventes de nourrissons par leurs parents et de cannibalisme, sans grande réaction de la part du pouvoir corrompu⁵².

Le cas de la famine aux Indes en 1943 est depuis quelques années abondamment documenté, du fait de l'éventuelle responsabilité du colonisateur britannique. La province du Bengale à l'est du pays est particulièrement touchée, avec des estimations variant de 1,5 à 3 millions de morts⁵³. De nombreuses explications enchevêtrées sont évoquées pour expliquer ce désastre. Si l'Inde ne connaît que peu de combats sur son sol durant la Seconde Guerre mondiale, l'expansion de l'Empire nippon la menace très nettement jusqu'en 1944. Les Britanniques sont sévèrement battus et expulsés de Malaisie et de Birmanie par les Japonais en 1942, alors qu'en Indochine ces derniers tolèrent une entente houleuse avec les représentants de l'État français, achevée de manière sanglante en mars 1945. La province du Bengale se retrouve en première ligne d'une offensive japonaise, accueillant une bonne partie de l'armée indienne britannique chargée de sa défense. Transformé en zone de guerre, le Bengale en subit de plein fouet les conséquences : mise à disposition de nourriture pour les

militaires (à l'instar du Rwanda), politique partielle de terre brûlée en prévision d'une offensive ennemie, et contrôle des prix du riz, entraînant rapidement le développement de l'inflation et du marché noir. À cela s'ajoute la perte de la Birmanie voisine exportatrice de riz, les flots de réfugiés miséreux arrivant dans la province, et un cyclone meurtrier qui ravage les cultures en octobre 1942. À la fin du printemps 1943, la famine sévit au Bengale.

La réaction des autorités britanniques suite au déclenchement de la famine et l'attitude ambivalente de Winston Churchill laissent planer la controverse, avivée en 2010 par la publication d'un ouvrage, *Churchill's Secret War*, de l'écrivaine indienne Madhusree Mukerjee. L'auteure y dénonce de manière virulente la passivité volontaire du Premier ministre, associée au mieux à de l'indifférence, au pire à un racisme mal dissimulé. Churchill aurait ainsi déclaré à son secrétaire particulier que « les Indiens constituent une race immonde, protégée de leur perte méritée uniquement par leur pullulation », avant de souhaiter voir le Bomber Command les écraser sous les bombes et tous les détruire⁵⁴. Dans le même registre d'idées, en juillet 1944 le Premier ministre écrit ainsi au vice-roi des Indes, Archibald Wavell : « Winston m'a envoyé un télégramme maussade pour me demander pourquoi Gandhi n'est pas encore mort⁵⁵ ! » Des déclarations à l'emporte-pièce, courantes de la part du personnage. Certes, à partir de 1942, Churchill possède une tendance marquée à s'emporter dès qu'il est question de l'Inde. Le Mouvement *Quit India* lancé par Gandhi le 8 août 1942 a laissé des marques durables. Sur fond de désastres militaires des Britanniques en Malaisie et en Birmanie, Gandhi avait ainsi lancé un appel à l'indépendance avec effet immédiat, entraînant sa propre arrestation et celles de dizaines de milliers de manifestants. Sous une promesse d'indépendance à l'issue du conflit, la stabilité avait pu être préservée. Échaudé par ce coup d'éclat, Churchill bondit par la suite à chaque mention du cas de l'Inde, comme l'observe par exemple son conseiller militaire Alan Brooke en juillet 1944, lors d'une discussion avec Clement Attlee, vice-Premier ministre et futur Premier ministre : « Il a fini par se disputer avec Attlee et provoquer une sévère passe d'armes avec lui au sujet du futur de l'Inde⁵⁶ ! »

Lord Cherwell, le conseiller scientifique de Winston Churchill, a quelque peu tendance à souffler sur les braises indiennes. Se mêlant comme à son habitude de tous les dossiers lui passant sous la main, il s'attaque aux questions de ravitaillement de l'Inde dès 1942, avant même le déclenchement de la famine. Le manque de vaisseaux de transport se fait continuellement sentir pour les Britanniques, en raison à la fois des pertes et des besoins toujours plus importants des théâtres d'opération. Le 14 décembre 1942, Lord Cherwell envoie une minute à Churchill sur l'état critique du ravitaillement du Royaume-Uni. Sur les 17 millions de tonnes importées au cours de l'année écoulée, deux tiers seulement couvrent la consommation. En parallèle, 10 000 tonnes d'approvisionnement sont mensuellement envoyées au Moyen-

Orient et dans l'océan Indien, avec un pic à 40 000 en novembre 1942, ce qui représente 120 bateaux. Cherwell propose de les réduire à 40, ce que Churchill ordonne de faire en janvier 1943. L'Égypte souffre rapidement d'une pénurie de charbon, alors que les céréales parviennent en quantités réduites en Inde⁵⁷.

Lorsque se déclenche la famine au Bengale à la fin du printemps 1943, Lord Cherwell recommande le 3 août 1943 de laisser les Indiens, épargnés par la guerre et désireux d'indépendance, se débrouiller entre eux : « Il est un peu fort que le Royaume-Uni, qui a déjà souffert d'une baisse du niveau de vie plus importante que l'Inde, soit encore handicapé parce que le gouvernement indien est incapable de régler ses affaires⁵⁸. » De manière générale, Lord Cherwell, qui ne dissimule pas sa croyance en la supériorité supposée de la race blanche – ce qui ne l'empêche toutefois pas de militer pour le bombardement quotidien des civils allemands par la RAF –, est enclin à ne pas faire grand cas de la famine indienne, dans un pays aussi généreux avec sa natalité :

Cette pénurie de nourriture est probablement de nature endémique dans un pays où la population s'accroît continuellement jusqu'aux limites possibles de la subsistance. Dans de telles circonstances, des pénuries isolées ou de mauvaises récoltes ne peuvent manquer de causer de graves situations. Après la guerre l'Inde pourra dépenser ses vastes ressources financières pour acheter de la nourriture et ainsi accroître encore davantage sa population. Mais tant que la guerre durera son fort taux de natalité est susceptible d'imposer une forte pression sur ce pays qui ne prend pas en compte [...] la tension exercée par l'accroissement de la population sur ses réserves limitées de nourriture⁵⁹.

Même si Churchill s'emporte souvent sur les affaires indiennes, il conserve toutefois comme à son habitude une réflexion éclairée – dans le calme. Le Premier ministre britannique préserve toute son indépendance par rapport à Lord Cherwell. Comme sur le dossier avorté d'*Habakkuk* de Geoffrey Pyke, il n'hésite pas à recadrer si nécessaire son conseiller scientifique. Churchill est parfaitement conscient du rôle immense de l'Inde dans l'armée britannique, qui fournit des millions de soldats se battant en Birmanie, Irak, Syrie, Grèce, Égypte, Libye, Abyssinie, Tunisie et Italie. À l'issue du conflit, il fait ainsi l'éloge de :

L'héroïsme glorieux et des qualités martiales des forces indiennes qui combattirent au Moyen-Orient, défendirent l'Égypte, libérèrent l'Abyssinie, jouèrent un grand rôle en Italie, et qui, côte à côte avec leurs camarades britanniques, expulsèrent les Japonais de Birmanie [...]. La bravoure inégalée des soldats et officiers indiens, musulmans et hindous, brillera éternellement dans les annales de la guerre. [...] Plus de deux millions et demi furent volontaires⁶⁰ pour servir dans l'armée ; en 1942, l'armée indienne était forte d'un million d'hommes, et la moyenne mensuelle était de 50 000 nouveaux volontaires. [...] La réponse des peuples de l'Inde, de même que la conduite de leurs soldats, représente une glorieuse page finale dans l'histoire de notre Empire indien⁶¹.

Passant outre aux conseils de Cherwell sur l'Inde, dans les faits Churchill ne laisse pas la grande nation dépérir sans rien faire. Le 24 septembre 1943, avec l'accord du cabinet de guerre, 200 000 tonnes de céréales sont débloquées, auxquelles s'ajoutent 100 000 tonnes proposées par le lointain Canada, et 250 000 tonnes par l'Australie⁶². Au mois d'octobre, Churchill nomme le général Archibald Wavell vice-roi de l'Inde, avec pour mission première de remédier à la situation catastrophique au Bengale. Des réserves alimentaires destinées aux militaires sont libérées, alors même qu'une offensive japonaise de grande envergure se prépare. Le 14 février, Churchill écrit à Wavell : « Je ferai tout ce que je peux pour vous aider, mais ne me demandez pas l'impossible », puis déclare le lendemain : « Nous avons abondamment réfléchi à vos difficultés, mais nous ne pouvons tout simplement pas trouver de navires disponibles »⁶³. Une demande aux Américains essuie un refus poli quelques semaines plus tard. Sur le terrain, l'armée indienne britannique est accaparée au printemps 1944 par l'offensive japonaise, qui débouche sur le territoire indien. Seule une défense héroïque lors des batailles d'Imphal et Kohima permet de maîtriser la menace, et de contre-attaquer par la suite en Birmanie.

En 1943, le Royaume-Uni manque certes de bateaux de transport, mais l'industrie américaine réalise des miracles. 160 liberty-ships sont produits tous les mois, avec un record historique détenu par le *Robert E. Peary*, assemblé en cinq jours, quatorze heures et vingt-six minutes⁶⁴. Au total 18 434 vaisseaux de tous types sont produits cette année-là, ainsi que 16 000 péniches de débarquement⁶⁵. Et, à la fin de l'année 1943, il est justement question de débarquement, en France, pour le printemps prochain. Sur l'échelle du conflit mondial, tous les théâtres d'opération n'ont pas la même priorité. Entre janvier et mars 1941 une conférence secrète à Washington entre Américains et Britanniques avait permis de placer la lutte contre l'Allemagne et l'Italie comme prioritaire, ce qui passe par une invasion dans le nord-ouest de l'Europe et « une offensive aérienne prolongée contre le potentiel militaire de l'Allemagne »⁶⁶. Ces discussions, connues sous l'appellation « ABC-1 » (American, British Conversations), avaient posé les bases de la grande stratégie des Alliés : *Europe First* (« l'Europe d'abord »). Les autres théâtres, Méditerranée, Moyen-Orient, Pacifique, Sud-Est asiatique et Chine ne passent qu'après. Lorsque sévit la famine au Bengale, les navires de transport alliés sont mobilisés dans l'Atlantique pour assurer la noria entre l'Amérique et le Royaume-Uni afin de préparer l'offensive en France, et dans l'Arctique pour soutenir l'approvisionnement militaire de l'URSS. Les Américains agissent conformément à ABC-1. L'Inde n'est pas située en Europe, et la réussite de l'opération *Overlord* prime tout. Même les civils européens n'échappent pas aux exigences de la stratégie militaire. Le haut-commandement suprême allié applique ainsi au même moment – non sans mal – le *Transportation Plan* sur la France, tuant et blessant des dizaines de milliers de civils français, mais considéré comme nécessaire pour renforcer les chances de réussite.

Malgré les efforts – voués à l'échec sur l'autel de la grande stratégie alliée – du Royaume-Uni, la famine du Bengale constitue assurément une page sombre de la fin de l'Empire britannique en Inde. Le sujet est recouvert d'un silence pudique par les vainqueurs, et noyé dans la marée des drames de la Seconde Guerre mondiale. Et comme ne manque pas de le rappeler l'écrivaine Madhusree Mukerjee en introduction de son livre polémique, dans ses six volumes consacrés à la Seconde Guerre mondiale, Churchill ne consacre effectivement aucune ligne à cet épisode tragique⁶⁷.

La faim justifie les moyens

Dans les premiers jours suivant le débarquement de Normandie et durant tout l'été 1944, les soldats alliés rencontrent généralement un accueil chaleureux lors des libérations des villes et villages, de manière abondamment immortalisé par les reporters de guerre et les actualités cinématographiques. L'hostilité est rare, souvent dépendante d'événements précédant immédiatement la libération des localités. Dans la Normandie ravagée par les combats, l'exemple le plus marquant est sans doute celui du Havre, pulvérisé par trois raids de la Royal Air Force au début de septembre 1944. Une frappe tactique effectuée par des bombardiers lourds et destinée à préparer le terrain aux troupes britanniques au sol, qui tue une dizaine de soldats allemands et 1 500 à 2 000 civils normands. Il s'agit du pire bombardement aérien sur la France durant la Seconde Guerre mondiale, avec celui de Marseille le 27 mai 1944 (1 500 morts et près de 3 000 blessés). L'accueil des libérateurs par les Havrais le 11 septembre s'effectue au mieux dans le silence⁶⁸.

Lors de leur progression en Europe du Nord-Ouest et en Italie, les soldats alliés ne manquent également pas de remarquer les visages et les corps marqués par plus de quatre années de privations. Pour les civils plongés dans le drame mondial, la grande préoccupation au quotidien, avant et après la Libération, notamment dans les villes, est toujours la même : le ravitaillement. Si les plus fortunés, les plus habiles et les moins regardants sur la collusion avec l'Occupant sont susceptibles de traverser la guerre sans trop de difficultés, pour les moins favorisés et les plus intègres les conditions de survie sont parfois extrêmement difficiles du fait de la dénutrition (manque de nourriture) et de la malnutrition (nourriture inadaptée), favorisant le développement de maladies.

Outre les grandes famines évoquées précédemment, le manque de nourriture sévit volontairement dans les camps nazis. Dans les premiers mois de l'année 1945, les soldats alliés découvrent l'horreur à Mauthausen, Buchenwald, Dachau, Flossenbürg ou encore Bergen-Belsen. Passé la stupéfaction primesautière devant les silhouettes totalement décharnées des prisonniers, les soldats cèdent souvent à un réflexe logique : donner leurs rations alimentaires aux malheureux. Un geste de bonne volonté qui vient

toutefois se heurter au système digestif des prisonniers, malmené par des mois de régime forcé, et bien incapable de faire face à un afflux subit de nourriture. De nombreux prisonniers continuent ainsi à mourir après la libération des camps, trop affaiblis par leur martyre.

Les conséquences de la dénutrition sont alors scientifiquement peu connues. Avant même la libération des camps en 1945, les souffrances observées parmi les populations libérées déclenchent une prise de conscience sur cette problématique. Les Américains commencent à s'intéresser de près aux effets physiques et psychologiques de la dénutrition, avec notamment le physiologue Ancel Keys (1904-2004).

Né dans le Colorado, Ancel Keys suit ses parents dans leur déménagement, fort mal inspirés d'aller vivre à San Francisco, touchée par un meurtrier tremblement de terre en 1906. Installés de manière plus stable en Californie, à Berkeley, les parents de Keys constatent rapidement l'intelligence précoce de leur enfant, confirmée en 1922 par son entrée à l'université de Californie, Berkeley. Ancel Keys étudie puis délaisse l'économie et les sciences politiques pour la zoologie, avant d'obtenir un doctorat en biologie et océanographie en 1930. Un long séjour en Europe lui permet d'obtenir un second doctorat à l'université de Cambridge en 1936, cette fois-ci en physiologie. Keys enseigne par la suite la biochimie trois ans à l'université de Harvard, et effectue des recherches sur les effets de la haute altitude sur l'organisme. Une proposition de l'université du Minnesota à Rochester en 1936 le détourne toutefois de ce champ de recherches : « Ils m'offraient deux fois plus que mon misérable salaire de Harvard, avec l'opportunité de mettre sur pied un nouveau département de recherches biochimiques et physiologiques sur l'être humain⁶⁹. »

Ancel Keys est libre d'édifier son nouveau laboratoire d'Hygiène physiologique. À partir de 1941, le scientifique est en parallèle assistant spécial au département de la Guerre des États-Unis, axant ainsi ses recherches physiologiques au profit de l'armée américaine. Keys entreprend de doter celles-ci de rations alimentaires spécialement conçues pour être énergétiques, faciles à transporter. La ration de Keys est acceptée par le général Lesley James McNair, chef des forces terrestres de l'armée américaine :

Le général McNair, le chef de l'infanterie à cette époque, m'informa que *ceci*⁷⁰ [la ration développée par Key] allait être la ration de combat du fait de sa facilité à la prendre en main. La logistique était simple, c'est tout ce qui comptait. Mais je fus surpris lorsque je vis les paquets frappés d'un « K »⁷¹.

La création d'Ancel Keys devient ainsi la ration de combat officielle de l'armée américaine. Lorsque les soldats américains débarquent le 6 juin 1944 en Normandie – où le général McNair sera le plus haut gradé de l'armée américaine tué au combat suite à un tir fratricide –, ils disposent avec eux de leur célèbre « ration-K », capable d'assurer les trois repas d'une journée.

Ancel Keys est par la suite informé des situations alimentaires

alarmantes rencontrées par les troupes alliées progressant en Europe. Il décide de s'intéresser aux effets de la diète sur l'humain, et d'élaborer des moyens pour permettre aux victimes de recouvrer leur santé sans séquelles. Keys souhaite toutefois observer du début à la fin le processus de perte de poids du corps humain, avec des analyses en continu. Dans cette optique, et avec l'accord du département de la Guerre, le physiologue entreprend de faire appel à des volontaires pour effectuer des séries de tests, dans ce qui sera par la suite dénommé *Minnesota starvation experiment* (« expérience de famine au Minnesota »). Une brochure est éditée avec comme image des enfants contemplant leurs assiettes vides, et le titre *Will You Starve That They Be Better Fed ?* (« Jeûnerez-vous pour qu'ils soient mieux nourris ? »). Le 19 novembre 1944, 36 jeunes hommes en bonne santé se présentent au laboratoire d'Hygiène physiologique d'Ansel Keys à Rochester⁷².

Les affiches de recrutement n'ont toutefois pas été disposées au hasard. Ces volontaires ont tous une particularité en commun. Ce sont des objecteurs de conscience. Les 36 jeunes hommes sont ainsi guidés par des convictions religieuses et/ou philosophiques, où donner la mort à autrui leur apparaît inconcevable, excluant *de facto* la possibilité de tenir une arme, et souvent d'effectuer leur service militaire, à moins d'être versé dans une unité médicale. Une attitude qui passe difficilement dans l'opinion publique américaine en temps de guerre, dans un contexte de patriotisme exacerbé. Heureusement, les expériences humaines représentent un compromis acceptable pour tout le monde. Jusqu'ici, l'armée américaine rechignait à laisser ses soldats prendre part à ces types de tests contraignants, comme lors d'expériences sur la fatigue au combat dans l'Illinois entre 1942 et 1943, et d'autres études sur la soif en Californie du Sud entre 1943 et 1944⁷³. Les objecteurs de conscience étaient pour leur part affectés dans des tâches périphériques telles que la lutte anti-incendie et la gestion des forêts. Ces derniers trouvent finalement leur place avec les expérimentations humaines, en leur permettant de servir la nation sans toucher à une arme, et en évitant à l'armée de gaspiller ses hommes.

Les objecteurs de conscience sont placés sous contrat, engagés par l'Office of Scientific Research and Development de Vannevar Bush, qui supervise déjà les expériences sur le paludisme effectuées dans les prisons américaines, notamment au pénitencier de Stateville. Toutefois, si les prisonniers bénéficient d'une compensation financière et de remises de peine, les objecteurs de conscience n'ont droit à aucune récompense, si ce n'est un certificat de service. Contrairement aux expériences ultrasecrètes et fort peu morales sur le plutonium effectuées en parallèle à Los Alamos, les objecteurs de conscience sont ici dûment informés des procédés et risques de l'expérience d'Ansel Keys. La compréhension et l'admission des volontaires sont ainsi consignées par écrit⁷⁴.

Ansel Keys débute ses tests à la fin du mois de novembre 1944, en suivant trois phases distinctes. La première s'étend sur deux mois, les

participants recevant 3 200 kilocalories, soit un régime alimentaire normal. La deuxième phase s'opère à partir du 12 février 1945, avec une forte baisse énergétique à 1 800 kcal, et des aliments représentatifs du régime alimentaire peu ragoûtant subis par les populations européennes occupées : rutabagas, navets ou encore pain noir. L'équivalent d'une sévère diète, destinée à faire perdre 25 % du poids⁷⁵. Les trois derniers mois de l'expérience sont consacrés à la période de réhabilitation. Les volontaires sont séparés en plusieurs groupes, avec pour chacun des apports en protéines et en vitamines variables. Tout au long de ces trois phases, les jeunes hommes ne restent pas inactifs, simulant des activités normales de la vie quotidienne. Ils doivent ainsi marcher 35 kilomètres par semaine, effectuer des tâches domestiques et administratives, et peuvent également suivre les cours dispensés par l'université du Minnesota. Sur l'ensemble de l'expérience, les volontaires sont soigneusement suivis par Ancel Keys et son équipe, analysés physiquement et psychiquement. L'expérience se termine le 20 octobre 1945, quelques semaines après la victoire sur le Japon et la fin de la Seconde Guerre mondiale.

Les conséquences physiques observées sur les objecteurs de conscience révèlent logiquement une intense fatigue, mais aussi des vertiges, des douleurs musculaires, des sifflements dans les oreilles, de l'anémie, des troubles cognitifs et notamment des pertes de cheveux. Plusieurs participants doivent arrêter leur suivi des cours universitaires, faute d'énergie et aussi de motivation. Car la diète imposée provoque aussi une forte baisse de moral, corrélée à une augmentation de l'irritabilité. Plusieurs hommes doivent effectuer un passage par l'unité psychiatrique de l'université. Interrogés au début des années 2000, les objecteurs de conscience encore en vie témoignent de ce trait saillant de l'expérience. L'un d'eux, Carlyle Frederick, se rappelle être capable de « remarquer tout ce qui n'allait pas chez les autres, même pour son meilleur ami. Leurs petites manières devenaient de vastes inconvénients... Des choses qui auparavant ne m'auraient pas dérangé m'énervaient vraiment⁷⁶ ». À l'instar des civils en Europe occupée, la nourriture devient un sujet de préoccupation omniprésent et obnubilant, dissipant toute autre considération – y compris l'appétence sexuelle, même chez des jeunes sujets. Harold Blickenstaff se remémore :

La nourriture était devenue l'élément central, et même le seul élément dans la vie. Et la vie est plutôt ennuyeuse s'il s'agit là de la seule chose qui compte. Ainsi, si vous alliez voir un film, vous n'étiez pas particulièrement intéressés par les scènes d'amour, mais vous remarquiez à chaque fois si quelqu'un mangeait, et ce qu'il mangeait⁷⁷.

De l'avis des participants à l'expérience, Ancel Keys se conduit tout à fait humainement, sempiternellement vêtu d'une blouse blanche et d'un bloc-notes, discutant et rassurant au quotidien. Son expérience n'est alors pas un secret, les étudiants de l'université ne manquant pas de remarquer les figures et les corps émaciés des objecteurs de conscience, alors que la presse locale

s'intéresse également aux tests. Dès 1945, Ancel Keys est en mesure de dévoiler les premiers résultats de ses travaux lors d'une conférence à Chicago, et d'exposer ses conseils pour combattre les effets de la diète imposée par l'occupation en Europe :

Une quantité optimale de nourriture doit être fournie pour autoriser les tissus détruits durant la diète à se régénérer. Nos expérimentations ont montré que pour un adulte aucun rétablissement satisfaisant ne peut intervenir avec 2 000 kilocalories par jour. Le niveau requis se situe plutôt à 4 000 kilocalories journalières durant plusieurs mois. [...] À défaut de calories en abondance, des apports en protéines, vitamines et minéraux ne sont que de faible valeur⁷⁸.

Ancel Keys n'est pas inquiet par le code de Nuremberg, officialisé un an et demi après la fin des expériences. Ses expériences n'enfreignent par ailleurs aucun des dix points énoncés dans le texte, même si le quatrième est plus discutable : « L'expérience devrait être conduite de manière à éviter toutes souffrances ou blessures physiques et mentales inutiles⁷⁹. » Keys publie finalement les résultats complets de ses travaux en 1950 sous le titre *The Biology of Human Starvation*, un ouvrage qui demeure encore d'actualité, faute d'expériences similaires réalisées depuis⁸⁰.

TROISIÈME PARTIE

TOP SECRET

IX

La lumière vient de Pologne

« Ce fut uniquement grâce à leur coopération avec le Bureau du Chiffre polonais qu'ils [les Alliés] ont fini par connaître le secret d'Enigma. »

Marian Rejewski¹.

Décembre 1932. Le major Maksymilian Ciężki n'en croit pas ses yeux. En guise d'offrande de Noël, le jeune homme sagement assis en face de lui vient de rendre concret l'insoluble. Depuis plusieurs années, Ciężki et les meilleurs cryptologues de l'armée polonaise ont toujours échoué à venir à bout d'Enigma, la nouvelle machine à coder utilisée par l'armée allemande. Âgé de 27 ans, ses études de mathématiques à peine terminées, la nouvelle recrue de Ciężki vient d'accomplir l'exploit en seulement dix semaines, et en solitaire. Sans le savoir, le jeune Polonais vient très probablement d'écourter de plusieurs mois le prochain conflit mondial, alors à l'état de germes avec l'arrivée imminente de Hitler au pouvoir. De toute manière imperméable à l'orgueil, le sourire pointant constamment au bout des lèvres, ce génie des chiffres ne cherche en rien à rester dans les mémoires. Et cela tombe bien, puisque l'Histoire aura toutes les peines du monde à se rappeler de Marian Rejewski.

Deus ex machina

Si depuis plusieurs décennies la machine à chiffrer Enigma fascine et suscite un torrent de littérature, son histoire initiale n'a rien de particulièrement remarquable. À l'inverse, Enigma passe à ses débuts relativement inaperçue dans les années 1920, se révélant un échec

commercial. Son créateur en 1918, Arthur Scherbius, n'a lui-même rien d'un inventeur de génie, et n'est qu'un illustre inconnu – guère plus célèbre un siècle plus tard. L'ingénieur allemand s'inspire notamment de travaux pionniers réalisés par l'Américain Edward Hugh Hebern, et sa « machine de Hebern » révélée en 1917. De conception originale, il s'agit d'une machine électromécanique capable de chiffrer des messages. Chaque lettre tapée sur le clavier est ainsi remplacée par une autre lettre, grâce à un ingénieux système de cylindres, dénommés « roues » ou encore « rotors ». Esthétiquement impressionnante, la machine de Hebern souffre toutefois comme toute invention de défauts de jeunesse, et se révèle peu fiable à l'usage. Après l'avoir un temps considérée comme digne d'utilité militaire, l'US Navy ne s'y trompe pas et finit par la rejeter. Le principe de l'invention de Hebern essaima toutefois en une série de machines électromécaniques à travers le monde, dont la fameuse Enigma.

Ingénieur et électricien de formation, Arthur Scherbius suit en 1918 les pas de son homologue américain Hebern en proposant sa machine Enigma à l'armée allemande. Compacte, présentée dans un coffret en bois et frappée de son logo Art déco « Enigma », l'engin ressemble extérieurement à une anodine machine à écrire portable. Mais Enigma est bien incapable d'inscrire un message sur du papier. Sur le même principe que la machine de Hebern, elle sert à chiffrer. Chaque pression sur une touche du clavier déclenche l'activation d'un courant électrique, parcourant une série d'éléments destinés à modifier la lettre originale. Le courant passe ainsi à travers un tableau de permutations (*Steckerbrett*) où chaque lettre est potentiellement associée à une autre². La lettre A peut ainsi être couplée à l'une des vingt-cinq autres lettres de l'alphabet, mais jamais avec elle-même – une sérieuse faiblesse de la machine, ultérieurement exploitée par les Alliés. Le courant passe ensuite successivement à travers trois rotors (*Walzen*), dotés de roues fixes possédant les vingt-six lettres de l'alphabet. Sur les versions ultérieures d'Enigma, les rotors sont compliqués en utilisant des roues mobiles, pour créer une position d'anneau (*Ringstellung*) initiale. Le rotor de droite évolue à chaque nouvelle lettre, les deux autres devant attendre successivement une révolution complète de leur voisin avant d'être activés ; le rotor de gauche est ainsi le plus lent. Une fois le courant passé à travers les trois rotors, un réflecteur (*Umkehrwalze*) le renvoie insidieusement à travers tout le circuit, changeant à nouveau et autant de fois la lettre initiale, qui finit par apparaître encodée sur un tableau lumineux. Si les positions d'anneaux initiales (*Ringstellung*) n'offrent « que » 17 756 combinaisons possibles, le tableau de permutations produit à lui seul 150,7 millions de millions de possibilités. Au total, sur ses versions militaires améliorées, la machine à chiffrer Enigma est susceptible de développer la somme pharaonique de 158,9 millions de millions de millions de possibilités de chiffrement³.

En théorie, Arthur Scherbius a de quoi se montrer satisfait de sa création. Il propose sa machine à l'armée allemande le 15 avril 1918. Sérieusement

occupée par d'autres priorités sur le front Ouest, celle-ci rejette Enigma. Scherbius est contraint de se tourner vers le marché civil, espérant intéresser particulièrement les banques. Las, fiable mais complexe à opérer, la machine à chiffrer de l'ingénieur allemand ne rencontre que peu de succès à la vente.

Enigma aurait pu errer dans les oubliettes de l'histoire si en 1926 la nouvelle armée allemande, la Reichswehr née de la défaite de 1918, ne s'était finalement intéressée à la machine de Scherbius. La marine est d'abord la première à s'équiper d'une version améliorée du modèle civil, suivie par l'armée de terre en 1928⁴. Cet intérêt des militaires pour Enigma puise ses racines dans le maelström de la Grande Guerre. Contrairement aux machines électromécaniques et au déchiffrement, la cryptologie reposait alors principalement sur les livres de codes (des ouvrages dotés d'une liste de mots et de leur substitution) et de la manière d'en venir à bout : le décodage. Et les Allemands avaient connu de sérieux revers, notamment avec le fameux télégramme Zimmermann du 16 janvier 1917⁵. Les services de cryptanalyse français s'étaient montrés de redoutables adversaires, possédant les meilleurs décodeurs du moment : le commandant Étienne Bazeries, grand maître de la cryptanalyse française depuis les années 1880, et Georges Painvin. En juin 1918, avec un crayon, du papier, de la logique et un acharnement peu commun, Painvin était venu à bout du chiffre allemand ADFGVX, fraîchement introduit en mars pour préparer la grande offensive *Michael* vers Paris. Non sans en tomber malade d'épuisement, Georges Painvin avait offert aux Alliés un sérieux avantage pour repousser la dernière grande offensive allemande sur le front Ouest⁶. La cryptanalyse française était alors à son apogée, jamais retrouvé par la suite.

Avec la machine Enigma, l'armée allemande espère ainsi à la fin des années 1920 conjurer les fantômes cryptologiques de 1918. Cette démarche sécuritaire n'a par ailleurs rien d'exceptionnel. De nombreuses autres nations à travers le monde se dotent par la suite de leurs propres machines électromécaniques. Si le nom d'Enigma est désormais passé à la postérité, les Américains possèdent leur « Sigaba », les Britanniques leur « Typex », les Suisses leur « Nema », ou encore les Polonais leur « Lacida » – des machines plus sophistiquées qu'Enigma, et *a priori* jamais déchiffrées par les Allemands. Au fil des années, Enigma entre en dotation régulière dans l'armée allemande. Chaque branche se dote de sa propre version modifiée, tels les services de renseignements de l'armée (l'Abwehr) et de la SS (le SD), l'aviation (la Luftwaffe) et les nombreux services de police. La machine de Scherbius est aussi exportée aux futurs alliés de l'Allemagne, les nationalistes espagnols de Franco, l'Italie et le Japon.

Ainsi diffusée, l'Enigma ne saurait passer longtemps inaperçue des voisins de l'Allemagne de Weimar. Les Français, échaudés par les hécatombes du conflit mondial, surveillent en particulier leur adversaire historique. Et les Services de renseignements (SR) français se montrent particulièrement efficaces pour alerter sur la menace Enigma, grâce notamment à l'excellent

capitaine Gustave Bertrand. Né en 1896, engagé volontaire en août 1914, sous-lieutenant en novembre 1915, Bertrand est grièvement blessé lors du fiasco des Dardanelles, avant de terminer la guerre à la section du Chiffre de l'État-Major des armées alliées en Orient. Selon ses supérieurs, il y donne « toute satisfaction par sa manière de servir, qui a mis en relief ses qualités d'intelligence, de discrétion et de dévouement⁷ ». Bertrand est plus tard, en 1928, affecté à la section du Chiffre de l'État-Major de l'armée (EMA), puis aux SR, en 1930, donnant là aussi toute satisfaction :

A affirmé au SR les mêmes magnifiques qualités qu'à la Section du Chiffre. Officier des plus complets [...] rédigeant très bien. Travailleur acharné. Spécialiste très averti de toutes les questions de décryptement, a obtenu des résultats très importants qui ont été très appréciés. [...] On ne saurait trop attirer l'attention sur cet officier aux qualités exceptionnelles d'organisateur, d'une rare compétence dans sa spécialité, d'une puissance de travail alliée à une modestie et un tact parfaits. Possède à fond les langues russes et allemandes⁸.

Des appréciations dithyrambiques et justifiées, qui couronnent un patient travail dans l'ombre, où Bertrand tente d'établir une liaison radiotélégraphique spéciale entre les SR de Paris, Prague et Varsovie. Celle-ci se heurte toutefois aux susceptibilités politiques prononcées entre la Pologne et la Tchécoslovaquie. Bertrand note ainsi dans ses Mémoires : « On compte sur moi pour tenter de voir ce qu'il en est à Prague, et essayer de "rabibocher" les deux services ; j'y réussirai en gros⁹. » Dans les faits, toutefois, seule la liaison entre Paris et Varsovie produit vraiment des résultats concrets¹⁰. Bertrand est alors à la tête de la section D des SR, créée à la fin des années 1930, aux missions définies comme telles :

D'une part, de procurer à la Section du Chiffre de l'EMA tous renseignements désirables en matière de Chiffres étrangers.

D'autre part, d'exploiter certains renseignements chiffrés, de source strictement SR, qui ne sauraient intéresser la Section du Chiffre¹¹.

Les stations d'interceptions françaises détectent rapidement les messages en morse de l'armée allemande, comportant des suites de mots de cinq lettres sans signification apparente. Même si Bertrand a obtenu de bons résultats en cryptanalyse durant la Grande Guerre, le chef de la section D n'est pas mathématicien de formation, et n'a pas de réelles compétences en cryptologie. Son travail est avant tout d'alimenter le Service du Chiffre de l'EMA en messages Enigma interceptés. Las, si la cryptologie française dominait le monde durant le précédent conflit, celle-ci n'est plus que son ombre au début des années 1930. Étienne Bazeris, « le Champollion des décodeurs » selon l'expression de l'historien et spécialiste de la cryptologie David Kahn, est mort en 1931 à l'âge respectable de 85 ans ; Georges Painvin, « le plus grand cryptanalyste de la guerre », est lui retourné à l'anonymat de son poste de professeur de géologie et de paléontologie¹². L'homme qui incarne la

cryptologie française dans les années 1930 et destiné à travailler avec les plus grands décodeurs de son époque est alors le capitaine de réserve Henri Braquenié.

Rien ne prédestinait jusque-là Braquenié à tenir son rôle crucial. Né en 1896 à Paris, Braquenié est jeune aspirant de réserve dans l'artillerie en juin 1918. Son évaluation le désigne comme un officier « intelligent, mais mou et indécis. Manque souvent de sens pratique et de sang-froid. Très dévoué. Devra acquérir de l'autorité. [...] Capitaine de réserve en 1935, Braquenié satisfait visiblement ses supérieurs, décrit comme « très bon officier du Chiffre, actif, consciencieux [...], de tout premier ordre, spécialiste de la cryptographie. Très bonnes connaissances techniques¹³ ». En réalité, et en fait de spécialiste de la cryptographie, Henri Braquenié est avant tout un technicien, diplômé de l'École des travaux publics. En tant qu'officier de réserve, Braquenié possède un emploi à plein temps dans le civil au sein de diverses sociétés privées de 1923 à 1936. Il est en l'occurrence ingénieur électricien, tout comme l'Américain Edward Hugh Hebern, l'inventeur de la machine de Hebern. Braquenié est toutefois bien loin de posséder l'habileté technique de Hebern. Dépourvu de formation universitaire en mathématiques ou en cryptologie, sans être pour autant particulièrement mauvais, Braquenié ne dispose de manière générale d'aucune forme de talent particulier, pourtant nécessaire pour vaincre Enigma. De fait, oublié de l'Histoire, l'officier français n'est en rien capable de se mesurer aux génies en gestation que sont Marian Rejewski, Alan Turing, Gordon Welchman, Arne Beurling ou encore William F. Friedman.

Le manque de compétences alarmant du Bureau du Chiffre français se fait rapidement sentir. Bien incapable de venir à bout d'Enigma, ce dernier néglige les renseignements transmis par le capitaine Gustave Bertrand, qui se lamente dans ses rapports, ne mâchant pas ses mots :

Il ne saurait être question de se pencher sur les procédés mécaniques – la machine à chiffrer Enigma venant de sortir –, « leur étude étant vouée par avance à un échec » : ainsi a-t-il été décrété très vite, avec forces arguments techniques, toujours irréfutables et, seulement, à l'usage des initiés. [...] On assiste, donc, à une sinistre comédie¹⁴.

Un constat pour le moins désolant, particulièrement au regard de la qualité des informations véhiculées par Bertrand. Ce dernier vient en effet de réaliser un coup de maître, avec des documents provenant directement du Bureau du Chiffre de la Reichswehr (*Chiffrierstelle*). En octobre 1931, Bertrand est entré en contact avec un certain Hans-Thilo Schmidt, employé de la *Chiffrierstelle*. Cette célèbre affaire d'espionnage, longtemps restée mystérieuse, a été rendue populaire par Paul Paillolle, l'un des principaux responsables des SR français et futur chef du contre-espionnage durant la guerre, dans son ouvrage *Notre espion chez Hitler*¹⁵. Hans-Thilo Schmidt, décrit par David Khan comme « le plus grand espion de la Seconde Guerre mondiale¹⁶ », n'a pourtant pas grand-chose en commun avec l'étoffe

fantasmée d'un James Bond. Né en 1888 dans un milieu aisé, ne disposant pas de talents particuliers à l'instar de Braquenié, Schmidt sort désabusé de la Grande Guerre comme nombre d'anciens combattants, peinant à retrouver un travail. Il ne peut être reconnaissant qu'à son frère, le lieutenant-colonel Rudolf Schmidt, brillant officier d'état-major, et chef de la *Chiffrierstelle* de 1925 à 1928. Très attiré par l'arme blindée dont il deviendra général de panzers, ce dernier s'est servi de son rang pour faire entrer son frère dans la *Chiffrierstelle*. Fonctionnaire confortablement installé, marié et père de famille, Hans-Thilo Schmidt ne se satisfait pas pour autant de son sort. Il aspire en effet à retrouver l'aisance de son enfance, et possède deux passions : les beaux vêtements et les femmes. Des centres d'intérêt certes assurément plaisants, mais aussi passablement onéreux. Et Schmidt n'a pas les moyens de ses désirs. Moins patriote qu'hédoniste, il décide de verser dans la trahison rémunérée, en transmettant le fonctionnement d'Enigma aux SR français.

Le 1^{er} novembre 1931, à Verviers près de la frontière allemande, Hans-Thilo Schmidt prend contact avec Rodolphe Lemoine, l'un des hommes de Bertrand – lui aussi ironiquement d'origine allemande. Le chef de la section D note ainsi justement : « Le sort de cette étonnante affaire, si bénéfique pour notre service et mon pays, était paradoxalement lié à celui de deux Allemands. [...] Nos responsabilités m'apparaissaient bien lourdes, mais quelle passionnante entreprise¹⁷ ! » Pour la deuxième rencontre à Verviers le 8 novembre, Bertrand est présent en personne. Avec stupéfaction, il découvre immédiatement l'importance des documents remis, incluant un organigramme de la *Chiffriestelle*, une notice de chiffrement manuel avec les clés d'Enigma pour l'armée de terre, et diverses notices d'utilisation et de chiffrement de la machine. Visiblement très fier de lui, Schmidt est grassement rémunéré pour ses services ; il est bombardé agent double des SR français, et baptisé du pseudonyme *Asché* (Cendre), de quoi flatter son puissant ego. Il s'agit là du début d'une série de dix-neuf rencontres, destinées à s'étaler jusqu'à la veille de la Seconde Guerre mondiale en 1939¹⁸. Véritable *deus ex machina* germanique, Hans-Thilo Schmidt semble en mesure d'apporter de nulle part la solution au problème Enigma.

Hélas, même les précieux documents de l'amateur de jolies femmes ne sauraient déridier les médiocres membres du Bureau du Chiffre français. « Comme il arrivait presque toujours en pareil cas dans le SR – c'est-à-dire quand “la mariée est trop belle”, il [Hans-Thilo Schmidt] ne fut pas pris au sérieux¹⁹. » De guerre lasse, Bertrand finit par se tourner vers l'Intelligence Service (IS), les services secrets britanniques. Malheureusement, ces derniers sont encore loin de s'intéresser à Enigma, alors que le gouvernement de Sa Majesté tente à tout prix de pondérer la menace hitlérienne. Le 23 novembre 1931, l'IS s'aligne sur le Bureau du Chiffre français, répondant poliment en décrétant l'inutilité des documents transmis par Asché.

Excédé par l'incompétence des services du Chiffre français et britanniques, Bertrand qualifiera après guerre les cryptanalystes français de

« zéros », incapables même d'essayer de sérieusement se mesurer à Enigma²⁰. L'officier français abat alors sa dernière carte, confiant à Paul Paillole :

Les Anglais en savent moins que nous. Ils ne manifestent qu'un pâle intérêt pour la recherche en Allemagne et la cryptographie. Les seuls vraiment passionnés par ces problèmes sont les Polonais. C'est pour eux une question de sécurité vitale... coïncés qu'ils sont entre les ambitions et les menaces de l'URSS et du III^e Reich²¹.

Le constat est parfaitement exact. Pour l'instant, ce n'est pas à l'Ouest que se trouve la solution d'Enigma. La volonté, l'énergie et surtout le talent se trouvent à l'Est. La solution viendra de Pologne.

Mon fils est un génie

Depuis la fin du XVII^e siècle, l'histoire de la Pologne est marquée par une succession de partages entre la Prusse, la Russie et l'Autriche, et une série d'insurrections avortées contre ces nations conquérantes. Après avoir recouvré son indépendance en novembre 1918, la nouvelle Deuxième République polonaise se défie légitimement de ses ombrageux voisins allemands et russes. Faute de prétendre rivaliser en puissance militaire, la nécessité de disposer d'un service de décryptage s'impose, pour au moins posséder un coup d'avance. Durant la guerre russo-polonaise (1919-1921), sous la férule du lieutenant-colonel Jan Kowalewski, une équipe de mathématiciens civils parvient à briser les codes soviétiques, intervenant de manière décisive en 1920 au cours de la bataille de Varsovie²². Le *Biuro Szyfrów* (« Bureau du Chiffre ») ainsi créé dispose de sa section de cryptographie concevant les propres chiffres de l'armée polonaise, et d'une section de cryptanalyse déchiffrant les codes étrangers. Deux sous-sections sont dédiées aux chiffres russes (« BS3 ») et allemands²³ (« BS4 »).

En 1928, le Bureau du Chiffre polonais découvre par hasard une nouvelle machine à coder allemande, Enigma, librement disponible sur le marché civil. Utilisée par l'armée allemande dans une version modifiée, Enigma pose des problèmes insolubles au chef du Bureau du Chiffre polonais, le major Franciszek Pokorny, et à son adjoint et chef de la section allemande BS-4, le capitaine Maksymilian Cieżki. Tous deux sont des officiers expérimentés de la guerre contre les bolcheviques et disposent de notions de cryptologie, mais n'ont aucune formation en mathématiques pures. Les deux chefs polonais finissent par organiser un premier cours de cryptologie pour officiers en 1928, afin de mettre la main sur une équipe de talents capables de vaincre Enigma. Face aux médiocres résultats enregistrés, il apparaît toutefois très vite que ces derniers ne proviendront pas de l'armée. Comme en 1920, les espoirs reposent une nouvelle fois sur des mathématiciens d'origine civile.

Une nouvelle série de cours de cryptologie est organisée à l'université de Poznań, du 15 janvier au 22 mars 1929, réalisés sur l'initiative du major Franciszek Pokorny et grâce à la collaboration du directeur de l'Institut de mathématiques de l'université de Poznań, le professeur Zdzisław Krygowski (1872-1955)²⁴. Vingt-trois jeunes mathématiciens sont sélectionnés, la compréhension parfaite de l'allemand étant un critère primordial – ce qui explique en bonne partie le choix de l'université de Poznań, située en ancienne zone d'occupation allemande. Henryk Zygalski (1906-1978), Jerzy Różycki (1909-1942) et surtout Marian Rejewski (1905-1980) se distinguent parmi les meilleurs.

Né à Bydgoszcz (Bromberg dans le Reich allemand) dans une famille polonaise de sept enfants, Marian Rejewski se révèle rapidement être un enfant exceptionnellement intelligent et brillant à l'école, se distinguant particulièrement en mathématiques et en physique. Bien que timide et réservé, le jeune garçon s'impose comme la fierté de son père, un modeste marchand de tabac. Ce dernier prophétise judicieusement le destin de Marian, et le répète à qui veut bien l'entendre : son fils est un génie²⁵. Rejewski effectue ses études primaires et secondaires principalement en langue allemande, mais avec toutefois le goût du patriotisme polonais très prononcé, hérité de son père disparu en 1921. Malgré la perte de son mari, la mère de Rejewski est capable de l'envoyer effectuer ses études supérieures à l'université de Poznań, au département de Mathématiques et de Physique. Marian Rejewski étudie sous la férule du renommé professeur de mathématiques Zdzisław Krygowski, qui le remarque vite comme peu commun, et œuvre pour en faire son assistant. Âgé de 23 ans au moment de sa sélection par le major Pokorny, Rejewski est l'aîné de ses deux autres futurs camarades, Henryk Zygalski (21 ans) et Jerzy Różycki (19 ans)²⁶.

Les cours de cryptologie font largement appel aux travaux du général Marcel Givierge, l'un des maîtres des grandes heures (révolues) de la cryptologie française durant la Première Guerre mondiale, aux côtés d'Etienne Bazeries et Georges Painvin²⁷. Rejewski découvre plus tard l'origine des enseignements du Bureau du Chiffre polonais :

L'un des travaux fondamentaux des Français en cryptographie, avec lequel j'eus l'occasion de me familiariser durant la guerre, décrivait une méthode de décodage identique à celle qui était enseignée durant les cours. Elle était l'œuvre du général Marcel Givierge, dénommée *Cours de Cryptographie*, et il ne fait aucun doute qu'au moment où le Bureau du Chiffre organisait ses cours, elle disposait de ce livre²⁸.

Marian Rejewski se distingue une nouvelle fois parmi les meilleurs étudiants du professeur Zdzisław Krygowski mais souhaite toutefois poursuivre ses études à la très prestigieuse université de Göttingen en Allemagne, avec l'accord de Krygowski. À Göttingen, Rejewski développe la possibilité de parfaire ses connaissances en mathématiques pures, publier des articles scientifiques de renommée internationale, et en parallèle mesurer la

situation politique instable de l'Allemagne. Le jeune homme est de retour à l'université de Poznań en septembre 1930. Krygoswki lui offre le poste d'assistant, ce que Rejewski accepte. Il découvre toutefois que les cours de cryptologie organisés par Pokorny sont terminés, et se met en quête de nouvelles de ses camarades Henryk Zygalski et Jerzy Różycki.

Au cours de son absence, une annexe du Bureau du Chiffre a été secrètement créée dans la citadelle de Poznań, où les deux étudiants sont employés à temps partiel. Le major Franciszek Pokorny est par ailleurs remplacé à la tête du Bureau du Chiffre par le major Gwido Langer, un officier d'état-major expérimenté de la Première Guerre mondiale, mais sans compétence particulière en déchiffrement. Lorsqu'il les retrouve à mi-temps dans la citadelle de Poznań, Rejewski obtient de son professeur de les rejoindre douze heures par semaine. Après avoir œuvré avec succès à décrypter des codes de l'armée de terre et de la marine allemandes, Zygalski, Różycki et Rejewski sont toutefois définitivement transférés à temps complet au Bureau du Chiffre polonais à Varsovie le 1^{er} septembre 1932²⁹.

Délaissant de prometteuses carrières universitaires, et sans même avoir disposé de l'opportunité de réaliser leur doctorat, les trois jeunes amis œuvrent secrètement dans les sous-sols du beau palais saxon de Varsovie, siège du Bureau du Chiffre. Depuis la guerre russo-polonaise en 1920, les services de renseignements français et polonais collaborent dans l'échange d'informations sur la Russie et l'Allemagne. Même après la fin de la mission militaire française à Varsovie, un protocole secret signé le 13 avril 1926 maintient un officier de liaison français dans la capitale polonaise³⁰. Cette coopération atteint son sommet au début des années 1930, grâce à l'effort énergique de Gustave Bertrand. Le chef de la section D des services de renseignements français, frustré par l'accueil réservé aux documents de son nouvel espion Hans-Thilo Schmidt, se tourne vers son homologue polonais Gwido Langer. Bertrand prend contact avec le nouveau chef du Bureau du Chiffre du 7 au 11 décembre 1931 à Varsovie. L'officier français évoque cette rencontre dans ses Mémoires, à sa manière bien spécifique et quelque peu maladroite :

Fort bien reçu de toutes parts, « à la Polonaise », je fais enfin connaissance de Luc³¹ : instant historique [...] ; l'impression première est excellente, de part et d'autre. Les documents d'Asché sont accueillis comme la manne dans le désert et toutes portes immédiatement ouvertes : une ère nouvelle s'ouvre pour Luc dans l'étude de la machine à chiffrer Enigma. [...] Le service de Luc est admirablement monté et équipé de mathématiciens qui étudient la question depuis 1928, uniquement d'après les messages interceptés, sans autre documentation aucune. Une collaboration sûre et durable s'établissait, pour devenir amitié, et qui entrainait dans l'Histoire sans le savoir³².

Une collaboration qui se révélera certes historique, mais amicalement quelque peu douteuse. Le 8 décembre 1931, Bertrand remet les premiers documents de Schmidt à Langer. D'après les propos de Bertrand rapportés par Paul Paillole, de la section D, les livraisons de l'agent double allemand

rencontrent enfin l'attention : « Dès l'examen des premiers documents, en l'occurrence les notices techniques et d'utilisation de la machine Enigma, ce fut une explosion de stupéfaction et de joie ! Langer disparut un long moment. Imaginez mon état d'âme³³. » Cieżki et Langer découvrent enfin l'existence du tableau de permutations qui n'existait pas sur l'Enigma commerciale, responsable de l'échec des efforts polonais. Il faudrait toutefois encore découvrir les câblages internes des trois rotors, et si possible disposer des clés et réglages quotidiens. Des avantages cruciaux à la portée de Hans-Thilo Schmidt, qui le 20 décembre 1931 rencontre de nouveau Bertrand et son officier traitant Lemoine à Verviers, remettant les clés de chiffrement manuel de l'armée de terre pour les mois de septembre et octobre 1931. Très fier et confiant, l'Allemand en profite pour exhiber sa nouvelle carte du NSDAP n° 738736, datée du 1^{er} décembre 1931 : « J'ai pensé avoir ainsi une bonne couverture pour l'avenir. Je suis sûr que dans moins d'un an, les nazis auront la majorité au Reichstag³⁴. » Le 8 mai 1932 les trois hommes se rencontrent une quatrième fois à Verviers. Schmidt remet les photographies du tableau des clés de mai 1932. Bertrand s'envole pour Varsovie le lendemain, avec ces documents et ceux de décembre 1931. Il est de nouveau accueilli avec joie par Gwido Langer : « C'est merveilleux ! Malheureusement nous n'arrivons pas encore à rétablir les circuits électriques internes des tambours et donc à reconstituer la réplique complète des machines émettrices³⁵. »

À Paris, l'absence de résultats concrets, les sommes énormes dépensées et les risques courus par Schmidt provoquent des remous. Au cours d'une réunion des grands chefs du 2^e Bureau présidée par le colonel Louis Rivet, Bertrand, amer, tape du poing sur la table :

Nous sommes loin d'avoir épuisé les secrets de la Chiffrierstelle. Si nos spécialistes français avaient bien voulu consentir l'effort intellectuel des décrypteurs polonais, nous n'en serions pas à quémander leur aide et à attendre les conclusions de leurs travaux. Nous avons fait les premiers pas vers eux, l'enjeu était trop grave pour faire maintenant machine arrière et ne plus seconder leurs efforts³⁶.

Bertrand voit juste ; les conclusions des travaux polonais ne sont plus très loin. Au palais saxon, Marian Rejewski, considéré comme le plus talentueux des jeunes mathématiciens, est isolé de ses deux amis. Pas plus que les majors Gwido Langer et auparavant Franciszek Pokorny, le capitaine Maksymilian Cieżki n'est parvenu à venir à bout d'Enigma. Confiant dans sa nouvelle recrue, il lui remet trois éléments :

- une machine Enigma commerciale ;
- des messages de l'armée allemande chiffrés par l'Enigma militaire ;
- les réglages de l'Enigma militaire pour les mois de septembre et octobre 1931, subtilisés par Hans-Thilo Schmidt, et remis aux Polonais par Gustave Bertrand³⁷.

Cieżki ne révèle rien du rôle de Schmidt, dont Rejewski ne découvrira l'existence qu'après la Seconde Guerre mondiale. Ignorant largement les

câblages internes de l'Enigma, Rejewski utilise les mathématiques pures et la méthode dite « caractéristique » pour s'attaquer au problème. Le jeune Polonais remarque que chaque message chiffré d'Enigma est inmanquablement précédé par six lettres, faisant de toute évidence office d'identifiant. Rejewski exploite rapidement ce qui se révèle être une grosse erreur de cryptographie. Au terme de ses réglages initiaux, tout opérateur allemand d'Enigma commence son message en tapant le *Grundstellung* (position initiale des trois rotors) du jour dont disposent tous les opérateurs, par exemple EFI. Il choisit ensuite un bloc de trois lettres de son choix, par exemple RAF, et le tape deux fois en utilisant le *Grundstellung* EFI, ce qui donne par exemple DBC FTP. Le récepteur reçoit ce bloc de six lettres. Disposant lui aussi du *Grundstellung* EFI, il retrouve ainsi le bloc de trois lettres choisi par l'opérateur et répété deux fois, soit RAF RAF, et peut déchiffrer le message.

Marian Rejewski est en mesure de déduire que la première lettre du bloc de six lettres correspond logiquement à la quatrième, la deuxième à la cinquième, et la troisième à la sixième. Il établit ainsi six équations, représentant les réglages du tableau de permutation, les rotors, le réflecteur et le disque d'entrée. Les codes pour septembre et octobre 1932 permettent de réduire les inconnues des équations. Rejewski finit par venir à bout d'un autre problème. Les touches du clavier de l'Enigma sont reliées au premier rotor par un simple disque d'entrée. Ce dernier n'est pas conçu pour corser la sécurité d'Enigma, mais Rejewski bute quelque temps dessus. Il estime initialement que le disque d'entrée relie les rotors dans l'ordre du clavier (QWERTZU), comme sur les versions commerciales d'Enigma. Rejewski finit toutefois par comprendre que les versions militaires d'Enigma utilisent un ordre différent mais dénué de piège, correspondant tout simplement à l'ordre alphabétique (ABCDEFGH)³⁸.

L'ensemble de ces réalisations relève à la fois de la logique mathématique, et de l'intuition confinant au génie. À la fin de l'année 1932, Marian Rejewski vient à bout d'Enigma. Stupéfait, Maksymilian Ciężki peut annoncer le triomphe de sa sous-section BS4. En théorie, les mathématiques pures suffisent à « casser » Enigma, sans l'aide d'une machine mécanique ou électromécanique. Dans les faits, le volume colossal des interceptions réalisées aux dépens de l'armée allemande impose de recourir à ce type de solution. Rejewski prend immédiatement conscience de cet enjeu :

Une réplique d'Enigma était-elle nécessaire pour vaincre les chiffres ? En théorie, il était possible d'obtenir ce même résultat sans utiliser de solutions mécaniques. Il suffisait de transcrire en langage mathématique les réglages internes des rotors, le tableau de permutation, la rotation des rotors, dans le but de décrypter lettre par lettre les messages chiffrés. Mais il s'agissait d'une méthode excessivement laborieuse et lassante. Une réplique de la machine aurait facilité la vie. Ainsi qu'il advint, un modèle de ce genre existait avant mes travaux sur Enigma, d'autres personnes ayant déjà travaillé sur la machine avant moi³⁹.

Effectivement, la Société Radio AVA (*Wytwórnia Radiotechniczna AVA*) de Varsovie avait secrètement reproduit une Enigma commerciale, sur le modèle de celle interceptée en 1928. Au début de février 1933, l'AVA est chargée de construire quatorze nouvelles répliques de l'Enigma militaire. C'est chose faite l'année suivante⁴⁰. Bientôt rejoint par ses camarades Henryk Zygański et Jerzy Różycki, Rejewski réalise un appareil baptisé « cyclomètre », reproduisant le fonctionnement de deux machines Enigma couplées. Le cyclomètre est capable de réaliser un « catalogue de cartes » ou « catalogue de caractéristiques », utilisé à partir de 1936. Ce catalogue offre la possibilité de décoder un message en quinze à vingt minutes jusqu'en 1938. En janvier de cette même année, l'état-major général de l'armée polonaise réalise un test de performances du BS4 de Maksymilian Ciężki. Conduite sur deux semaines, l'enquête démontre que Rejewski, Różycki et Zygański sont en mesure de décrypter 75 % des messages d'Enigma en moins d'une heure⁴¹. Au début de l'année 1938, les décrypteurs polonais ont atteint l'apogée de leurs performances.

Depuis la fin de 1932, les Polonais sont en mesure de lire les messages de l'armée allemande. Ce remarquable succès leur permet de prendre conscience de la montée en puissance de l'Allemagne nazie, et de la menace évidente pesant sur la fragile république polonaise. La réussite historique de Marian Rejewski intervient près de huit ans avant l'entrée en jeu des décrypteurs britanniques. En 1932, Alan Turing est alors âgé de 20 ans. Il vient de commencer ses études supérieures au King's College de Cambridge, et ignore tout d'Enigma.

Le cercle des cerveaux

Si les documents transmis par Hans-Thilo Schmidt ont joué un rôle décisif ou tout au moins crucial dans le succès de Marian Rejewski en 1932, ce dernier ne bénéficie par la suite plus jamais d'autres livraisons secrètes. Fait étrange, Schmidt continue pourtant jusqu'au début de la Seconde Guerre mondiale à faire passer ses indiscrétions à Gustave Bertrand, qui les relaie scrupuleusement à Varsovie. Le capitaine Maksymilian Ciężki ne les transmet toutefois plus à Rejewski, avec probablement la volonté d'encourager son protégé à donner le meilleur de lui-même sans aides extérieures. Gustave Bertrand, qui ignore tout des succès polonais, continue patiemment son œuvre, se rendant régulièrement à Varsovie après avoir rencontré Schmidt. En novembre 1937, la mécanique bien rodée des services secrets français manque toutefois de tourner au désastre.

Par l'intermédiaire de son frère Rudolf Schmidt, désormais commandant en chef de la 1^{re} division de panzers, l'agent double allemand obtient des documents annonçant clairement les désirs d'expansion nazis en Europe. Au regard du caractère urgent de l'information, Hans-Thilo Schmidt transmet

directement les informations à l'ambassade de France à Berlin. L'ambassadeur André-François Poncet relaie l'information à Paris, ignorant que les Allemands lisent depuis longtemps les médiocres codes de l'ambassade. Schmidt est vite informé de la tempête déclenchée par l'affaire. Furieux face à l'incompétence affligeante des cryptologues français, il proteste vertement et menace d'interrompre ses livraisons. L'enquête de sécurité allemande ne le visant toutefois pas personnellement (pour le moment), Schmidt rencontre de nouveau Bertrand à Bâle le 21 mars 1938. Il est à Paris en août, dînant avec le chef de la section D au Moulin-Rouge. Très fier de sa réussite, habillé de manière princière, Schmidt annonce entre deux coupes de champagne sa prochaine mutation à la tête d'un service d'écoute à Templin. Il rassure toutefois Bertrand, selon les propos rapportés par Paul Paillole :

Je resterai néanmoins en rapport avec mon ancien Service où j'ai d'excellents camarades. Si des modifications importantes intervenaient dans les procédés de chiffrement et dans la structure de la machine Enigma, j'en serais informé. Je ne suis pas fâché de quitter ce Service où j'étais malgré tout un subordonné. Maintenant, je vais être mon maître⁴².

Toujours aussi peu regardant sur ses devoirs conjugaux, Schmidt profite des plaisirs nocturnes parisiens après avoir remis les clés mensuelles d'Enigma pour août et septembre 1938.

Marian Rejewski ne découvrira jamais ces documents, pas plus que les autres. Il n'en a de toute façon pas besoin pour déchiffrer Enigma. Les Allemands, probablement soucieux d'améliorer leurs transmissions à l'orée d'une guerre de toute évidence inévitable, ont pourtant compliqué à partir de 1936 leurs méthodes de cryptage. À partir du mois de janvier, l'ordre des rotors est modifié chaque mois, puis journalièrement en octobre 1936. En novembre 1937, un nouveau *Umkehrwalzele* (réflecteur) est introduit, sans toutefois augmenter sérieusement les possibilités de chiffrage. Les déchiffreurs polonais viennent à bout sans grande difficulté de ces changements, grâce notamment à Jerzy Różycki, jusqu'ici resté dans l'ombre de Marian Rejewski.

Cadet du trio de décrypteurs polonais, Jerzy Różycki est né en 1909 à Olszana en territoire polonais. Sa famille est originaire d'Ukraine, jadis composée de riches propriétaires terriens. Malgré les tourments imposés par un père alcoolique, Różycki excelle à l'école en mathématiques, aidant son frère pour les devoirs dès l'âge de 4 ans. Il intègre en 1927 le département de Mathématiques et de Physique de l'université de Poznań, obtenant sa maîtrise comme Rejewski et Zygański, sous la direction du célèbre professeur Zdzisław Krygowski. Repéré par ce dernier pour son intelligence supérieure, Różycki suit le destin de ses deux camarades. À l'inverse de ces derniers, toutefois, le jeune homme possède un caractère extraverti et joyeux, éprouvant le plus grand mal à garder ses activités secrètes auprès de sa famille et ses amis⁴³.

Jerzy Różycki est l'auteur de la méthode dite « de l'horloge » (*metoda*

zegara), une astuce permettant d'établir souvent avec succès l'identification du rotor placé à droite de la machine Enigma, le plus rapide des trois. Cette méthode facilite grandement la méthode « caractéristique » utilisée par Rejewski, surtout à partir d'octobre 1936 lorsque l'ordre des rotors est changé tous les jours. Fondée sur l'« index de coïncidence », une notion statistique développée par un autre génie du décryptage, l'Américain William F. Friedman, la méthode de Różycki sera reprise et améliorée des années plus tard par Alan Turing sous le nom de « banburismus⁴⁴ ».

La première alerte sérieuse pour les Polonais survient le 15 septembre 1938, lorsqu'une nouvelle évolution complique cette fois-ci sévèrement leur travail. Le *Grundstellung* (position initiale des trois rotors) n'est désormais plus communiqué à l'avance aux opérateurs. Ces derniers doivent le choisir eux-mêmes, et l'annoncer en début de message, avant l'habituel double indicateur à six lettres, dont la procédure est maintenue. Ce changement laisse planer le doute sur les six ordres différents des rotors, et les 17 576 possibilités de *Ringstellung*⁴⁵ (positions initiales d'anneaux). La méthode « caractéristique » et le cyclomètre de Marian Rejewski ne fonctionnent plus. Il faut trouver autre chose. C'est enfin l'heure de gloire du dernier des trois amis décrypteurs.

Henryk Zygałski est né à Poznań en 1906, dans le Reich germanique. Ses parents vivent modestement, détenant un petit magasin fabriquant des robes au cœur de la ville. Son éducation scolaire s'effectue d'abord en langue allemande, puis activement en polonais suite à l'indépendance de 1919. Zygałski maîtrise également l'anglais et le français. Particulièrement brillant en mathématiques, le jeune homme rentre à l'université de Poznań le 23 septembre 1926, et suit les mêmes études que son futur camarade Marian Rejewski au département de Mathématiques et de Physique, sous l'égide du professeur Zdzisław Krygowski. À l'instar de Rejewski, Zygałski se révèle d'une nature calme, posée et réservée. Il est diplômé d'une maîtrise le 29 février 1932 et songe ensuite de manière logique à poursuivre en doctorat. Zygałski est toutefois sélectionné par Krygowski pour suivre les cours de cryptologie organisés par le major Franciszek Pokorny, puis travaille ensuite pour le Bureau du Chiffre à Poznań et finalement à Varsovie⁴⁶.

En étudiant la nouvelle procédure d'encryptage utilisée par les Allemands à partir du 15 septembre 1938, Henryk Zygałski repère une faille au niveau du groupe de six lettres précédant les messages, qui représentent le *Grundstellung* encodé à deux reprises. Dans certains cas, une même lettre apparaît deux fois aux mêmes intervalles, comme dans HIO KIZ : la lettre « I » est en deuxième et cinquième positions. Ces occurrences (visibles dans environ un message sur huit) sont appelées *samiczki* (« femelles ») par les décrypteurs polonais, et reprises plus tard par les décodeurs britanniques sous le même nom, *females*. Zygałski réalise que ces occurrences dépendent de l'ordre des rotors, et de leur position de départ initiale. Il convient donc de matérialiser l'ensemble des possibilités limitées aux six ordres possibles des

trois roues, et à tous les ordres de départ de celles-ci. Un défi pénible, relevé par Zygalski.

Les « feuilles de Zygalski » (*Plachta Zygalskiego*) désignent 156 feuilles transparentes perforées, totalisant les six ordres possibles des rotors et leurs positions de départ initiales (*Grundstellung*). Chaque feuille représente le rotor de gauche, le plus lent des trois, et les 676 possibilités de positions de départ du rotor du milieu et de celui de droite. Chaque position offrant la possibilité d'une « femelle » est marquée d'un trou, soit 1 000 femelles par feuille. L'objectif des feuilles de Zygalski est de réduire progressivement l'ensemble des possibilités de femelles à une seule, en les superposant sur une source de lumière. Si la lumière parvient à passer à travers toutes les feuilles par une femelle, cela indique l'ordre des rotors et leurs positions initiales.

Géniale en théorie, et saluée comme une « superbe idée⁴⁷ » par Marian Rejewski, l'invention de Henryk Zygalski se heurte à un problème de taille, dont souffriront plus tard les Britanniques : le manque de moyens. À l'instar de l'armée polonaise de manière générale, le Bureau du Chiffre souffre d'une carence en argent et en personnel, conjuguée au besoin de garder le plus faible nombre possible de personnes initiées au secret d'Enigma. Les décrypteurs polonais en sont réduits à fabriquer eux-mêmes les feuilles de Zygalski, avec les moyens dont ils disposent pour percer les trous : des lames de rasoirs. La tâche est pharaonique pour venir à bout des 156 000 orifices nécessaires au bon fonctionnement des feuilles. À la mi-décembre 1938, seulement deux ordres de rotors sur les six ont été reconstitués.

Heureusement pour les Polonais, en octobre 1938 Marian Rejewski est l'auteur d'un nouveau trait de génie. Remplaçant son cyclomètre devenu improductif, le jeune mathématicien conçoit une nouvelle machine électromécanique, plus imposante et efficace. L'engin est composé de six Enigma couplées entre elles, conçu pour identifier les ordres des rotors, ainsi que leurs positions de départ initiales. Moins de deux heures suffisent pour découvrir l'ordre des roues chaque jour, à partir de novembre 1938. Au total six appareils sont construits par l'AVA, représentant les six ordres possibles des trois roues actuelles d'Enigma. L'appareil reçoit l'appellation de *bomba* (« bombe »), potentiellement décernée par Jerzy Różycki. Loin d'être une quelconque référence militaire, ce nom désigne une glace à la vanille recouverte de chocolat, alors en vogue à Varsovie, dégustée à l'occasion par les trois amis décrypteurs⁴⁸. Alliées à l'invention manuelle de Zygalski, les *bomby* (pluriel polonais de « bombe ») parviennent une nouvelle fois à vaincre Enigma. Au cours de l'automne 1938, c'est avec des lames, des feuilles, des *bomby* et beaucoup d'ingéniosité que l'on déchiffre Enigma⁴⁹.

Las, les réjouissances sont de courte durée. Le 15 décembre 1938, les Allemands corsent à nouveau la sécurité d'Enigma. Deux nouveaux rotors, IV et V, sont introduits, interchangeables avec les trois rotors déjà existants. À peine entrées en service, les *bomby* de Rejewski deviennent inutiles, n'étant conçues que pour identifier les 6 ordres de roues existants, et non les 60

ordres désormais possibles. Seules les feuilles de Zygalski restent théoriquement valables pour faire face à ce changement. Mais dans les faits, le nombre de feuilles nécessaires explose, passant à plus de 156 000, soit des dizaines de millions d'orifices à percer – à la main. L'intelligence brute ne suffit plus. Les trois cerveaux du BS4 ont exploité jusqu'au bout les ressources de leur ingéniosité, et se sont tous complémentés. Ils ont fait honneur à la Pologne, et de manière générale à l'intelligence humaine face à la barbarie nazie. Mais, faute de moyens, le BS4 de Maksymilian Ciężki capitule. Rejewski ne peut que le reconnaître humblement : « La réalisation [des feuilles de Zygalski] excédait notre potentiel⁵⁰. »

Les Polonais ne demeurent toutefois pas totalement impuissants dans le décryptage d'Enigma. Ils parviennent occasionnellement à lire les messages de la Wehrmacht lorsque les deux nouveaux rotors ne sont pas utilisés dans les clés quotidiennes. Par ailleurs, le SD (service de renseignement de la SS) commet l'erreur stupéfiante de ne pas adopter immédiatement la procédure évolutive du 15 décembre 1938, se cantonnant à l'ancien système. Les chiffres du SD sont ainsi quotidiennement décryptés jusqu'à l'été 1939.

Malgré ces maigres réussites, le décryptage polonais n'est plus que l'ombre de lui-même. Pour Gwido Langer, le chef du Bureau du Chiffre polonais, le moment semble venu de révéler aux Français et aux Britanniques leur grand secret. Depuis 1932, Gustave Bertrand continue de tout ignorer du succès de ses capricieux alliés. L'officier français ne peut que se lamenter face à la médiocrité des cryptologues français menés par Henri Braquenié, toujours incapables de vaincre Enigma à l'orée de la guerre. En 1938, Bertrand devient franchement suspicieux à l'égard des Polonais. Pour continuer à donner le change, Gwido Langer balade l'officier français, comme l'évoque Paul Paillole :

Au cours de cette année 1938, Bertrand était allé trois fois à Varsovie (en mars, en mai et en août) avec l'espoir obstiné de recueillir, en contrepartie de nouvelles fournitures d'Asché, quelques précisions sur l'état des recherches Enigma. Le 27 mai 1938, désireux de faire plaisir à notre camarade, le lieutenant-colonel Langer l'avait amené à quelques kilomètres de Varsovie, dans les bois de Makatov [*sic*], visiter l'installation discrète de ses services cryptologiques. On y travaillait nuit et jour sous bonne garde. Rien ne lui fut révélé du travail de l'équipe de Rejewski et de ses résultats⁵¹.

Le Bureau du Chiffre polonais possède effectivement son nouveau QG, flambant neuf et très coûteux – un investissement qui eût été assurément plus utile dans les matériels de décryptage. Situé à Pyry, dans la banlieue sud de Varsovie, il est isolé dans les bois de Mokotów. C'est dans ces lieux discrets que prendra bientôt place la fin du grand secret polonais, à la stupéfaction générale des alliés franco-britanniques.

Jeux de dupes

La décision des Polonais de révéler leurs réussites aux services de renseignements français et britanniques intervient plus de six ans après les premiers décryptages de Marian Rejewski. Un silence *a priori* étrange, notamment au regard de la montée plus qu'évidente de la menace nazie au cours des années 1930. Certes, les renseignements fournis par les interceptions d'Enigma sont régulièrement transmis aux Français, sans toutefois en révéler l'origine. Cette réserve, hautement préjudiciable, qui prive Paris et Londres de la meilleure source d'information imaginable, s'explique de deux manières. Officiellement, les autorités polonaises rechignent à divulguer leurs secrets du fait de la déperdition de la cryptologie française depuis la Première Guerre mondiale. Outre l'incapacité des cryptanalystes français dans leur lutte contre Enigma, les cryptographes échouent en parallèle à produire des codes efficaces. Comme le montre l'affaire de l'Ambassade française à Berlin et d'André François-Poncet en novembre 1937, les cryptanalystes allemands lisent couramment les codes français. Face à un tel constat, il semble effectivement bien risqué pour les Polonais de partager leurs succès⁵².

L'autre raison du silence de Varsovie, au moins autant valable que la première, relève davantage des affaires troubles de la diplomatie. Sur la scène internationale, les années 1930 sont marquées par la politique du colonel Józef Beck, l'énergique ministre des Affaires étrangères du maréchal Józef Piłsudski. Beck louvoie habilement entre la peste brune à l'ouest et le choléra rouge à l'est, au détriment toutefois d'une alliance forte avec la France et le Royaume-Uni. Il se méfie puissamment de son voisin soviétique, tout en cherchant à préserver un équilibre avec l'Allemagne. Désireux d'avant tout garder la main sur le destin de la Pologne, Beck déclare ainsi : « La Pologne est un sujet et non un objet de la politique extérieure⁵³. » Ce qui se traduit dans les faits par la signature d'un pacte de non-agression soviéto-polonais en 1932, puis d'un pacte de non-agression germano-polonais en janvier 1934, un an après l'accession de Hitler au pouvoir. La France suit une tout autre préférence, souhaitant davantage intégrer l'URSS dans le concert de la sécurité européenne. Le traité franco-soviétique d'assistance mutuelle de mai 1935 porte un rude coup aux relations franco-polonaises. La diplomatie germano-polonaise demeure en revanche relativement correctes à une date aussi tardive que septembre 1938, lorsque la Pologne participe au démembrement de la malheureuse Tchécoslovaquie, agressant et annexant sans vergogne le territoire de Teschen. Les Polonais n'ont ainsi aucun intérêt à révéler leur secret sur Enigma aux Français, à part risquer de mécontenter leur puissant voisin occidental. La coopération militaire franco-polonaise est au point mort, uniquement portée par les efforts énergiques mais peu fructueux de Gustave Bertrand⁵⁴.

L'officier français déploie pourtant sans compter son énergie pour obtenir une pleine coopération, se heurtant à l'incompétence du décryptage français et au mutisme du Bureau du Chiffre polonais : « J'attends

patiemment que Luc se révèle, car j'ai appris, à leur contact, qu'il fallait toujours un maximum de diplomatie avec les Polonais⁵⁵. » En attendant, Bertrand stagne au rang de capitaine, visiblement peu pris en considération par les services de renseignements français. Un traitement qui suscite l'indignation de l'efficace lieutenant-colonel Louis Rivet, nommé chef du 2^e Bureau en 1936, et désireux de faire évoluer les choses :

Le capitaine Bertrand n'a pas été mis au tableau l'année dernière. C'est très regrettable. Les titres de cet officier sont des plus rares. Irremplaçable dans sa spécialité, il a de nouveau fourni en 1937 un effort fructueux dans la recherche de codes [...], a accompli de très utiles missions. Officier qui a maintenu sa réputation de très grand travailleur et de technicien très sûr. Tout entier à sa haute et délicate mission. Un officier de sa culture et de sa qualité ne saurait être, sans préjudice pour son arme et pour l'intérêt général, retardé plus longtemps dans son inscription au tableau d'avancement⁵⁶.

Gustave Bertrand évolue peu après au grade de chef de bataillon, en guise de maigre consolation, puis reçoit enfin une bonne nouvelle en matière de coopération interalliée, en provenance de Londres. L'Intelligence Service (IS, ou « MI6 ») ne s'était guère montrée intéressée en 1932 par la tentative de Bertrand de leur communiquer les documents de Hans-Thilo Schmidt. À cette époque, les craintes britanniques se tournaient davantage contre l'Ours soviétique, plutôt que la république de Weimar. En 1938, les temps ont changé. La farce des accords de Munich arrachée de justesse avec l'Allemagne nazie en septembre n'engage que ceux qui y croient. Pour tous les autres, la guerre apparaît inévitable. Bertrand commente cyniquement l'intérêt tardif des Britanniques pour Enigma :

En 1938 – après un silence de six années, dans le domaine technique du moins –, l'IS fut demandeur « sous la pression des événements » : jusque-là, la question allemande n'offrait pas grand intérêt pour lui, et les Services techniques ne s'en occupaient guère. Et soudain, on se réveilla – comme cela arrive souvent avec les Britanniques, et il fallut s'efforcer de rattraper le temps perdu : l'IS se tourna vers le SR [Service de renseignement] qui communiqua tout ce qu'il possédait⁵⁷.

Pourtant, en 1932, un officier anglais s'était déjà montré intéressé par un échange sur Enigma. Bertrand s'en souvient : « Un "Anglais" – que l'on pourra identifier par la suite comme le major Tiltman [*sic*], vint à Paris avec quelques documents, qu'il espérait troquer contre ce qui lui manquait⁵⁸. »

John Tiltman (1894-1982), « l'Anglais » en question, est un homme décisif dans l'histoire de la lutte contre Enigma, l'un des futurs artisans de la réussite de Bletchley Park. Officier de l'armée britannique, sévèrement blessé durant la bataille de la Somme en 1916, John Tiltman est entré comme nombre de ses collègues par hasard à la Government Code and Cypher School (GC & CS) installée à Bletchley Park, les services de décryptement britanniques. Il ne dispose toutefois d'aucune formation universitaire en lettres classiques ou mathématiques, ne devant ses réussites qu'à son extrême

habileté, alliée à une intuition hors de l'ordinaire – la marque des meilleurs décodeurs. Après avoir brillé dans les Indes en déchiffrant les communications entre Afghans et Turcs, Tiltman est nommé à la tête de la section militaire de Bletchley Park, en tant que spécialiste des codes russes. D'une élégance typiquement anglaise et d'une correction toute militaire, moustache impeccable, « soldat jusqu'au bout des ongles » selon ses collègues, John Tiltman est à part dans l'univers de Bletchley Park⁵⁹. Très peu connue, son œuvre, évoquée dans les chapitres suivants, est pourtant à bien des égards comparable à celle d'Alan Turing.

John Tiltman juge à leur juste valeur les documents prodigués par Gustave Bertrand, et suggère à ses supérieurs de pousser plus loin la coopération :

Avec ces informations à notre disposition, il est justifié de penser que la solution ne devrait pas être trop compliquée, en disposant d'un matériel suffisant. Sans ces informations, des efforts laborieux et prolongés seraient nécessaires sans garantie de résultats [...]. Je pense que nous devrions nous montrer hautement reconnaissants envers les Français pour leur réponse obligeante face à notre demande d'aide. Je suggère qu'il soit désormais de notre devoir de les mettre en possession de toutes nos informations concernant les chiffres allemands [...]. Je considère comme essentiel que les membres de notre service les plus compétents sur les chiffres allemands soient envoyés à Paris dans le cadre d'une conférence avec l'État-Major général français, dès que l'opportunité se présentera⁶⁰.

Le projet d'une conférence est reçu positivement au 2^e Bureau français. Le colonel Louis Rivet se déclare en mesure d'inviter à Paris ses collègues britanniques du GC & CS. Il s'ouvre de ce projet le 14 décembre à son homologue britannique du MI6, Stewart Menzies :

Nous avons donc songé à réunir, à Paris, des représentants de chaque service – en vue de confronter les résultats des recherches en cours sur les trafics radios chiffrés au moyen de la machine Enigma en usage dans la Wehrmacht –, pensant que cette occasion pourrait servir de prélude à une collaboration plus profonde, pour le temps de paix comme pour le temps de guerre⁶¹.

La conférence de Paris se déroule finalement les 9 et 10 janvier 1939. Rivet et Bertrand ont étendu l'invitation aux Polonais. Le chef du Bureau du Chiffre, le major Gwido Langer et son chef du BS4, le capitaine Maksymilian Cieżki sont présents dans les locaux du SR. Dans ses Mémoires, Bertrand décrit comme telle la composition des participants :

- 2 experts polonais
- 3 experts britanniques
- 1 « expert » français⁶².

Les guillemets en disent long sur le jugement de Bertrand à propos de l'intéressé, en l'occurrence un certain capitaine Proust, représentant du décryptage pour l'État-Major de l'armée de terre⁶³. Cependant Langer et Cieżki ne sauraient prétendre eux non plus à l'appellation d'experts ; les

meilleurs, Marian Rejewski, Henryk Zygalski et Jerzy Różycki ne sont pas présents. Chez les Britanniques figure en revanche un universitaire de niveau comparable aux jeunes mathématiciens polonais, Dilly Knox (1884-1943), principal responsable des recherches britanniques à Bletchley Park. Le commandant Alastair Denniston (1881-1961), directeur du GC & CS à Bletchley Park, est également présent à Paris aux côtés de Knox.

Placée sous les meilleurs auspices, la conférence de Paris n'aboutit malgré tout à rien de concret. Les Polonais ont certes accepté l'invitation du colonel Rivet, avec toutefois la consigne de ne rien révéler du tout, pour l'instant. L'introduction des rotors IV et V sur Enigma par les Allemands date seulement de trois semaines, le 15 décembre dernier. Il faut encore du temps pour se convaincre de l'impossibilité de déchiffrer Enigma. Gwido Langer se contente de monologuer interminablement sur les avancées polonaises, irritant profondément Dilly Knox, qui s'ennuie ferme. Le capitaine Proust brasse de l'air parisien sur les pseudo-travaux des Français, avant de conclure son exposé de manière grandiloquente (« et voilà la méthode française »), déclenchant l'amusement des Polonais⁶⁴. Les Britanniques évoquent leurs propres avancées, bien supérieures à celles des Français. Mais dans les faits, personne ne se dévoile vraiment, tout le monde se suspectant poliment, à tort et à raison. Le jeu de dupes se poursuit, ce qui ne saurait satisfaire Bertrand : « La lumière n'avait pas jailli⁶⁵. » Son rapport sur la conférence de Paris relève toutefois la voie positive prise par la collaboration entre les trois nations :

L'ambiance de ces conversations devait fatalement conduire à une collaboration ultérieure entre ces deux services étrangers ; tout s'est passé comme prévu [...]. B[ertrand] s'est efforcé de s'entretenir séparément avec le Lt.-Colonel Langer et le Commander Denniston, avant et après contact ; il en a recueilli une impression très heureuse de part et d'autre, et la satisfaction de pouvoir s'unir pour faire plus dans cette voie. [...] Enfin, toutes questions ayant pour but d'attaquer les moyens de chiffrement en vigueur et, par suite, la recherche d'un renseignement dans ce domaine, seront envisagées en commun, qu'il s'agisse de méthodes techniques ou de fournitures d'agents⁶⁶.

L'occasion d'une nouvelle rencontre se présente rapidement. Pour les décrypteurs polonais l'effort requis pour la production des feuilles de Zygalski s'avère insurmontable. En parallèle, les troupes allemandes commencent à se masser le long de la frontière polonaise. En mai 1939, les relations franco-polonaises se réchauffent tardivement avec la signature d'une convention d'aide militaire mutuelle à Paris. Les Britanniques ont promis le même principe dès le mois de mars, mais ne signent formellement leur engagement que le 25 août 1939. Les Polonais se sont entre-temps décidés à cesser leurs attermolements. À la mi-juillet, Gustave Bertrand est invité avec Henri Braquenié pour une seconde conférence à Varsovie. Alastair Denniston et Dilly Knox sont eux aussi conviés. La conférence de Pyry se déroule les 25 et 26 juillet 1939 à 20 kilomètres au sud de Varsovie, dans le QG secret du

Bureau du Chiffre, déjà bien connu de Bertrand.

Bertrand et Braquenié font le déplacement par train le 24 juillet, avec le Nord-Express. Pour sa part, le capitaine Proust, un incapable notoire, n'a pas jugé utile d'effectuer le déplacement. Braquenié devient ainsi, *de facto* et à défaut, le seul représentant de la cryptologie française. Sans même attendre le début de la conférence, Gwido Langer prend à part Bertrand le soir de leur arrivée. C'est l'heure des grandes révélations :

Luc me révélait que ses efforts n'avaient pas été vains et que non seulement le secret de la Machine avait été percé (grâce à la documentation d'Asché), mais que quelques exemplaires de celle-ci avaient été reconstitués, dont il en tenait deux à ma disposition, un pour moi et l'autre pour les Britanniques, à remettre moi-même à Londres, la surprise ne devant être faite que le lendemain⁶⁷.

Gustave Bertrand découvre ainsi rétrospectivement le fruit de ses efforts, près de huit ans après les premières liaisons. Le lendemain, 25 juillet 1939, c'est au tour des Britanniques d'être sidérés par les révélations polonaises. Avec une fierté mal contenue, Maksymilian Cieżki assomme ses invités de trois heures de discours, retraçant l'historique du Bureau du Chiffre et ses succès. Braquenié et Denniston ont du mal à suivre les raisonnements mathématiques et techniques du chef du BS4, mais Dilly Knox saisit immédiatement la portée des propos de Cieżki. Depuis de longues années, les décrypteurs polonais déchiffraient Enigma en secret. La supercherie de la conférence de Paris est levée. Denniston témoigne :

J'admets qu'il m'était impossible de comprendre parfaitement les lignes du raisonnement, mais, au moment de la deuxième partie de la conférence, nous fûmes conduits dans une pièce souterraine remplie d'équipements électriques, et introduits au fonctionnement des « bombes ». Je compris à ce moment-là les principes de leur raisonnement et leur méthode pour résoudre les clés quotidiennes. Knox nous accompagna tout au long, mais conserva un silence de marbre. Il était visiblement furieux à propos de quelque chose⁶⁸.

En effet, Dilly Knox ronge difficilement son frein tout au long de la journée. Déjà agacé par la prestation tronquée de Cieżki à Paris, il ne supporte plus les allures suffisantes du capitaine polonais. Le soir, dans la voiture ramenant les Français et les Britanniques à leur hôtel, Knox finit par exploser, selon le compte rendu de Denniston :

Ce fut seulement lorsque nous repartîmes en voiture qu'il se laissa subitement aller [...], en rageant et délirant qu'ils [les Polonais] étaient en train de nous mentir comme à Paris. Toute l'affaire n'était qu'une question d'espionnage, ne cessait-il de répéter. Ils n'avaient jamais rien fait, ils avaient eu recours à un espion des années plus tôt et avaient ainsi été en mesure de décoder, comme n'importe qui aurait été en mesure de le faire. Notre position devint de plus en plus difficile car même Bertrand, qui ne comprenait pas l'anglais, était bien conscient que Knox se montrait rancunier à l'égard des Polonais, qui avaient réussi là où il avait échoué⁶⁹.

De fait, Bertrand observe comme tous les autres participants à la conférence de Pyry que « l'orgueil des techniciens britanniques succomba devant les résultats obtenus par les techniciens polonais⁷⁰ ». La colère de Dilly Knox peut toutefois se comprendre. Le décrypteur de Bletchley Park est certes vexé par l'attitude pour le moins ambivalente des Polonais, et leurs réussites cachées. Mais les Britanniques ont tout de même très vite progressé sur les chiffres allemands. Ainsi Knox est-il déjà parvenu à venir à bout de la version commerciale d'Enigma depuis 1937. Et il était fort près de vaincre l'Enigma militaire.

X

La guerre des décodeurs

« Si Gordon Welchman n'avait pas été là, je doute qu'ULTRA aurait permis d'écourter la guerre, comme ce fut indéniablement le cas. »

Stuart Milner-Barry¹.

Octobre 1939. Gordon Welchman se précipite vers les bâtiments dissimulés en retrait du domaine de Bletchley Park. Très excité, le jeune mathématicien laisse sur sa droite les cours de tennis, jugés nécessaires au bon équilibre physique des décodeurs. Il pénètre dans une petite cour, qui mène directement à gauche sur les garages. C'est là que se trouve le « Cottage », une petite habitation aux murs blancs, étrangement nantie d'une tour pentagonale en brique. Essoufflé, Welchman présente à son supérieur Dilly Knox sa découverte : un moyen de briser Enigma, en déchiffrant les indicateurs initiaux des messages grâce à un système de feuilles perforées. Agacé, Knox renvoie sèchement Welchman à ses œuvres, qui n'incluent pas de décoder directement Enigma – son terrain de chasse gardée. Penaud, le jeune homme réalise qu'il vient inutilement de réinventer les feuilles de Zygalski, dont il ignorait tout, et précisément en cours de fabrication au Cottage. À Bletchley Park, tout le monde veille sur ses secrets.

Le déchiffreur de papyrus

La conférence de Pyry marque profondément les consciences du côté des Britanniques et des Français. En quelques minutes, ces derniers se sont vus contraints d'encaisser la supériorité des mathématiciens polonais, et le choc d'un secret vieux de presque sept ans. Gustave Bertrand, l'homme à l'origine

de tout le travail de renseignement et de coopération interalliée, laisse seulement pointer une légère amertume dans ses Mémoires. « Oui, l'utopie est vaincue, mais à quel prix ? Personnellement, j'ai dû parcourir 63 100 km – soit une fois et demie le tour de la Terre². » Le commandant français, qui pourrait légitimement se considérer comme le dindon aigri de l'amère farce polonaise, ne tient aucune rigueur aux jeunes scientifiques polonais – de toute façon eux-mêmes contraints au secret :

Quant aux cryptologues polonais, à eux seuls tout le mérite et toute la gloire d'avoir mené à bien, techniquement, cette aventure incroyable, grâce à leur science et à leur ténacité, inégalée dans aucun pays du Monde ! Ils ont vaincu des difficultés que les Allemands avaient jugées « insurmontables », dont il est difficile de donner une idée³.

Alastair Denniston, l'habile et diplomate directeur de Bletchley Park, se fait fort de consoler Bertrand, qu'il apprécie sincèrement. Toujours hésitant avec la langue de Molière, Denniston lui écrit une lettre quelques jours après Pyry : « Je veux vous indiquer nettement que c'est à vous seul que nous devons tout, et que mon seul espoir pour la collaboration à trois, c'est que vous rest[iez] le point central⁴. » L'Anglais revient également sur la spectaculaire fureur de son décodeur à Pyry, Dilly Knox :

Il se peut que vous [ayiez] compris ma grande difficulté – Knox. C'est un homme d'une extrême intelligence, qui ne sait pas le mot collaborer. Hors du travail, vous avez sans doute remarqué que c'est un gentil garçon aimé de tout le monde. Au bureau, c'est autre chose. J'ai eu des scènes pénibles avec lui à Warsovie. Il veut tout faire lui-même, il ne peut pas s'expliquer, et il ne veut pas de [quelqu'un] qui sait l'affaire mieux que lui. Voilà, je ne peux pas me passer de lui ; il connaît la machine mieux que tout autre chez nous. [...] Vous devez me pardonner si je tiens beaucoup à lui, mais je vous dis franchement que je ne le mènerai jamais en conférence, si c'est possible de l'éviter⁵.

Qui donc est cet embarrassant mais indispensable collaborateur ? Né en 1884, Alfred Dillwyn « Dilly » Knox est issu d'une famille riche en nombreux hommes d'Eglise, dont notamment son père, Edmund Arbuthnott Knox, évêque de Manchester. Le jeune Dilly perd sa mère à l'âge de 8 ans, malade de la grippe. Son père se remarie en 1894 avec une jeune femme de 27 ans, Ethel Mary Newton, professeur de grec et de latin. Dilly, précoce et doué d'une intelligence supérieure, développe grâce à Newton un attrait prononcé pour la langue d'Homère. Il rompt par ailleurs rapidement avec la tradition paternelle, se prononçant en faveur de l'athéisme. Lors de son examen d'entrée au King's College de Cambridge, Dilly s'offre le luxe de ne réaliser que deux sujets en mathématiques et en grec, délaissant les autres disciplines. Il est malgré tout reçu grâce à la qualité de ses productions, et jugé « capable d'une progression illimitée⁶ ».

Knox étudie brillamment à Cambridge, son intérêt pour le grec évoluant vers la passion grâce à son directeur de recherches Walter Headlam, l'un des meilleurs hellénistes de son époque. Pour les universités anglaises, c'est

encore l'âge d'or des sciences humaines et des langues anciennes, considérées comme autrement plus valorisantes que les sciences dures. Headlam incarne l'archétype des professeurs excentriques, géniaux dans leurs spécialités, et aussi quelque peu déconnectés du monde réel. À l'époque de sa rencontre avec Dilly Knox, Walter Headlam travaille sur Héronidas, un poète grec du III^e siècle avant J.-C. Parmi ses œuvres figurent les *Mimes*, de courtes scènes de la vie quotidienne antique, parfois très osées. Disparues pendant des siècles, ces *Mimes* ont été retrouvés par hasard en 1889 au cours de fouilles dans l'ancienne cité égyptienne d'Oxyrhynque, sur des papyrus plus ou moins bien conservés dans le sable. Ces fragments ont été assemblés en 1891 par des papyrologues aux connaissances hellénistiques limitées, laissant de nombreuses incohérences⁷.

En 1908, Headlam disparaît brutalement, sans avoir eu le temps de mener à bien son grand œuvre. Knox hérite de son poste au King's College de Cambridge, et, sans être un grand admirateur de Héronidas, reprend le travail de son ancien maître. Les papyrus apportés de Haute-Égypte sont conservés au British Museum de Londres, où le jeune chercheur multiplie les allées et venues. Son travail s'apparente à un gigantesque puzzle, nécessitant de déchiffrer des papyrus parfois illisibles pour reconstituer correctement les *Mimes* de Héronidas. Knox utilise certes ses connaissances remarquables en grec, mais aussi la logique mathématique, et, don précieux bientôt recherché à Bletchley Park, l'intuition. Ses travaux semblent bientôt porter leurs fruits lorsque la Première Guerre mondiale sonne à la porte des universités anglaises. Le grec ancien semblant *a priori* peu utile à l'effort de guerre, Knox est de prime abord incertain quant à son avenir immédiat. Toutefois l'un de ses collègues au King's College, chasseur de têtes brillantes pour la Royal Navy, l'invite à rejoindre une mystérieuse cellule des renseignements de la marine, la « Room 40 ». Sans raison apparente, Knox commence ainsi sa carrière militaire comme décodeur⁸.

La « Room 40 » désigne le QG des services de cryptanalyse de la Royal Navy, installé dans la pièce numérotée 40 des bâtiments londoniens de l'Amirauté. Aucun des membres du service ne dispose d'expérience dans ce domaine particulier des renseignements, sauf, à sa grande surprise, Dilly Knox. L'universitaire de Cambridge découvre toute l'utilité de son savoir dans la reconstitution des papyrus de Héronidas, qui impose une flexibilité d'esprit assez similaire au décodage. Il retrouve des conditions de travail identiques, se lançant dans la reconstitution d'un livre de codes ennemi retrouvé partiellement détruit dans un Zeppelin abattu. Son habileté participe grandement aux succès de la Room 40 contre la marine allemande, et dans le décodage du fameux télégramme de Zimmermann en janvier 1917. Knox dévoile également un caractère quelque peu excentrique, voire parfois pénible à supporter pour ses collègues. Il s'approprie la seule baignoire disponible dans les locaux, et développe l'habitude d'y travailler de longues heures. Peu tolérant envers les esprits moins agiles, en l'occurrence à peu près tout le

monde, il se montre renfermé, expliquant fort mal ses méthodes. Malgré tout, en novembre 1918, Knox est l'un des meilleurs cryptanalystes dont dispose l'armée britannique.

Dilly Knox retire de son expérience de guerre de profitables avantages. Outre le fait d'avoir rencontré Olive Roddam, sa secrétaire qu'il épouse en 1920, le maître des papyrus dispose désormais d'une solide expérience en décryptage militaire. Il choisit finalement de cumuler sa carrière académique au King's College à un poste dans la nouvelle Government Code and Cypher School (GC & CS), créée en 1919 sur les bases de la Room 40. La GC & CS s'installe à l'orée de la Seconde Guerre mondiale au sein du discret domaine de Bletchley Park, situé au nord-ouest de Londres, et à équidistance entre Oxford et Cambridge. Un choix judicieux de la part de son directeur, Alastair Denniston, qui recherche, selon ses mots, un profil de « type professeur » pour ses recrues⁹. Car ce dernier possède une idée bien précise des aptitudes nécessaires à tout bon décodeur, dans le plus pur esprit des prestigieuses universités anglaises. Tout sujet de Sa Majesté bien éduqué sait lire le latin et le grec ancien, délaissant largement les mathématiques ou, pire, l'ingénierie. En 1939, sur 21 recrutés de « type professeur », 18 sont des enseignants en sciences humaines, hellénistes distingués, historiens de l'art, ou encore professeurs d'histoire médiévale allemande¹⁰. L'arrivée massive des mathématiciens, et, chose alors incongrue, des ingénieurs, devra attendre le déclenchement des hostilités et surtout l'aggravation de la situation stratégique des Britanniques.

Dilly Knox correspond parfaitement au profil recherché par Alastair Denniston. En parallèle à ses activités au GC & CS, l'ancien élève de Walter Headlam réalise le rêve de son maître en publiant en 1922 les *Mimes* ressuscitées de Héronidas. Cet accomplissement offre à Knox la notoriété, et une proposition pour la chaire de grec ancien à l'université de Leeds. Mais sa femme attendant leur second enfant, Knox s'offre le luxe de décliner l'invitation et demeure au King's College de Cambridge. Au début des années 1920, le déchiffrement britannique se concentre davantage sur la menace bolchevique, une orientation portée par le très anticommuniste ministre de l'Échiquier, Winston Churchill. Impressionné par les succès de l'ex-Room 40 durant la Grande Guerre, Churchill compte massivement sur le potentiel des décodeurs. Knox collabore avec John Tiltman, le chef de la section militaire de Bletchley Park, spécialiste des codes russes. Ensemble, ils parviennent à lire des centaines de messages en provenance de Moscou de 1930 à 1937. En parallèle, Knox s'attaque aux codes hongrois, balkaniques et autrichiens.

Dilly Knox s'intéresse précocement à la machine Enigma, acquérant un exemplaire en 1925 lors d'un voyage à Vienne. Celle-ci ne dispose pas de tableau de permutation, présent sur les futures versions militaires. Il commence à travailler sur la machine, qui ne constitue toutefois pas une priorité. Les choses évoluent en 1936, l'attention mondiale se tournant vers

l'Espagne. Les Allemands ont vendu à leurs alliés nationalistes et aux Italiens une version améliorée d'Enigma (modèle K), que ne connaît pas Knox, avec des réglages de roues différents. Les messages sont interceptés par les stations basées en France, débutant la collaboration de Knox avec les services secrets français, dont le capitaine Gustave Bertrand. Knox finit par venir à bout d'Enigma, grâce à sa méthode dite de *rodding*. Comme la plupart des techniques de décryptages, le *rodding* nécessite un *crib*, un message codé et sa version en clair. Knox utilise toutefois des fragments de *cribs* incomplets, utilisés sous forme de bâtonnets (*rod*), qui nécessitent de retrouver les lettres manquantes. En somme, un travail similaire aux papyrus d'Oxyrhynque. Habilité linguistique, maîtrise algébrique et intuition géniale font le reste. En 1937, cinq ans après Marian Rejewski, Dilly Knox est le premier décodeur britannique à « casser » Enigma.

Si les Britanniques sont à même de lire les messages des nationalistes espagnols et de la marine italienne, la version d'Enigma utilisée par l'armée allemande résiste à Knox, du fait notamment de son tableau de permutation. Comme évoqué précédemment, ce dernier participe à la conférence de Paris en janvier 1939 puis à celle de Pyry en juillet 1939. Trop intelligent pour se laisser duper, Knox se doute bien des succès cachés des Polonais. Lui-même semble très proche de venir à bout de l'Enigma militaire. Son seul problème concerne la relation entre le clavier de la machine et les rotors. Les premières lettres visibles sur le clavier sont de gauche à droite « QWERTZU ». Sur les versions espagnoles et italiennes (« K »), chaque lettre tapée entre inchangée dans le premier rotor, qui débute ensuite le chiffrement. Par exemple « QWERTZU » tapé sur la machine parvient comme « QWERTZU » dans le premier rotor. Sur les versions militaires, le « QWERTZU », comme le dénomme Knox, est également présent sur le clavier des machines. Mais, en revanche, chaque lettre tapée est modifiée avant d'entrer dans le premier rotor, de quoi susciter un potentiel effrayant de combinaisons¹¹.

La fureur de Dilly Knox suite à l'annonce du secret polonais lors du premier jour de la conférence de Pyry, le 26 juillet, est déjà retombée le lendemain. S'exprimant en français, Knox s'adresse directement au décodeur qui lui semble le plus compétent, Marian Rejewski. La question le ronge intérieurement depuis longtemps : « Quel est le QWERTZU ? » Surpris, le jeune mathématicien répond simplement : « Le QWERTZU, c'est A, B, C. » Il n'y avait aucun piège. Chaque lettre tapée dans l'ordre sur le clavier de l'Enigma militaire entre dans le premier rotor selon le simple ordre alphabétique. Le « QWERTZU » correspond tout bêtement à « ABCDEFG ». C'était évident, trop évident visiblement pour l'Anglais Knox. Rejewski avait lui dès 1932 trouvé la solution du « QWERTZU », par pure intuition. Doté d'un esprit résolument scientifique, né en Pologne occupée par l'Allemagne, le jeune homme connaît bien l'esprit germanique, logique et ordonné. Il avait imaginé la simple possibilité de l'ordre alphabétique comme clé d'entrée, et immédiatement trouvé la bonne solution¹².

Pour sa part, Knox encaisse son second choc en deux jours. Cette fois-ci, il demeure maître de lui. Beau joueur, l'Anglais reconnaît la valeur des jeunes mathématiciens, et réalise avoir enfin rencontré des hommes de son niveau. Il l'exprime nettement dans une lettre à Denniston peu après, tout en ne cachant pas son mépris pour leur chef, Maksymilian Ciężki, et de manière générale les autorités polonaises :

À Varsovie mon collègue français¹³ et moi nous fûmes accueillis dans le Bureau et une série de conférences nous fut donnée [...] J'ai bousculé le programme et nous procédâmes par questions et réponses, en les consignant par écrit dans une étrange variété de français. Les experts étaient composés de trois charmants jeunes hommes¹⁴, provenant directement de l'université. Quels sont les faits ? Lorsque le major S.¹⁵ paraissait devant nous à Paris avec ses secrets de Polichinelle, nous l'avions pris pour un idiot ; en fait, il bluffait. Les Polonais déchiffraient Enigma depuis le 15 septembre 1938¹⁶.

Marian Rejewski est pour sa part satisfait de la décision de partager les connaissances des Polonais avec les Français et les Britanniques, un acte logique résultant d'une démarche amicale. Malgré tout, Rejewski l'affirme sans détour : « Nous n'avons rien appris de nos invités¹⁷. » Dans ses Mémoires, le jeune mathématicien renvoie la politesse à son homologue Knox, tout en relevant au premier coup d'œil la faiblesse de la cryptanalyse française :

Les Britanniques étaient représentés par le commandant Knox [...], et les Français par le commandant Bertrand et le capitaine Braquenié. Les Britanniques, en particulier, se sont révélés assez brillants. Ils ont rapidement compris comment nous avions retrouvé les connexions internes des rotors et la manière dans nos bombes et nos feuilles fonctionnaient¹⁸.

À quel point au juste Braquenié a compris [les explications] je l'ignore, mais il est indéniable que Knox a très vite tout assimilé, presque aussi vite que l'éclair. Il était évident que les Britanniques avaient travaillé sur Enigma. Ils étaient des spécialistes d'un genre différent – d'une classe différente¹⁹.

Et Marian Rejewski d'ajouter sur le compte du malheureux Braquenié : « Il n'était pas très fort²⁰. » Un constat certes lucide, mais c'est pourtant bien le capitaine de réserve Henri Braquenié, ingénieur électricien, qui porte sur ses épaules à l'orée de la guerre la participation française au décryptage d'Enigma. Dilly Knox, moins réaliste que Rejewski ou peut-être simplement élégant, salue la coopération avec l'officier français, qu'il apprécie au moins sur le plan humain : « Ce fut un grand plaisir, bien qu'éprouvant pour mon français, de collaborer avec le capitaine B. *Nous marchons ensemble*²¹. » En fait de marche, Gustave Bertrand et son adjoint Paul Paillolle constatent quant à eux, désœuvrés, la faillite des services cryptologiques français :

En France, le 10 août 1939, notre Maison a mis en fabrication discrète quarante Enigma. Ce sera long ! De toute façon, faute de cryptologues compétents, Bertrand n'a pas les moyens de pourvoir à leur réglage quotidien, donc de les faire parler. Ce qu'il

appelle la carence de la section du Chiffre de l'État-Major de l'armée l'oblige à rechercher de nouveau l'assistance des savants britanniques et polonais. Une fois encore ce sont ces derniers qui viendront à son secours et cela dans des circonstances dramatiques²².

Effectivement, Bertrand et Braquenié ne sont pas revenus de Pologne les mains vides. Ils apportent à Paris des feuilles de Zygalski, et deux machines Enigma. L'une d'elles est destinée aux services secrets français pour reproduction, et l'autre pour les Britanniques. Le commandant français se rend personnellement à Londres le 16 août 1939 avec son précieux colis. « À la gare de Victoria, le général Menzies, Chef de l'Intelligence Service, en smoking, avec rosette de la Légion d'honneur à la boutonnière (il se rendait à une soirée), nous attend : accueil triomphal²³ ! » Le colonel Stewart Menzies, qui devra attendre encore quatre années pour passer général, tire les marrons du feu. L'affaire de Pyry lui permet d'offrir une réplique parfaite d'Enigma à ses décodeurs, avec les feuilles de Zygalski pour espérer au plus vite reprendre le décryptage.

Le manque de coopération flagrant des autorités polonaises vient toutefois de retarder de sept ans le travail des hommes de Bletchley Park, qui certes avaient rejeté en 1932 les documents fournis par Gustave Bertrand. Prenant acte, les Britanniques se lancent immédiatement à l'assaut de leur retard. Reconnaisant le mérite des feuilles de Zygalski, Knox s'engage à relancer la production à Bletchley Park, au bénéfice des trois Alliés.

C'est toutefois tard. Bien trop tard. Un mois après la conférence de Pyry, les Polonais paient très cher le prix de leur secret. Ils sont les premières victimes de la Seconde Guerre mondiale, qui en dix-sept jours sanglants signe leur perte. Les jeunes mathématiciens polonais sont plongés dans le cauchemar naissant. Le Bureau du Chiffre est évacué à la frontière biélorusse, à Brest-Litovsk. Les trois camarades voyagent en train avec leur famille. Rejewski, âgé de 34 ans, est avec sa femme Irena Rejewska et leurs deux enfants, dont la dernière Janina, est âgée de 7 mois. Różycki, 30 ans, emmène lui aussi sa femme Maria Rózycka qu'il vient d'épouser, et leur nourrisson de quatre mois, Janusz. Henryk Zygalski, 31 ans, n'a pas de famille à Varsovie. Le train subit tous les retards imaginables, l'enfant de Różycki disparaissant durant une attaque de la Luftwaffe. Heureusement, Janusz Różycki est retrouvé sous un amas de décombres fumants²⁴.

Les jeunes hommes sont déchirés d'apprendre qu'ils doivent laisser leur famille avant de passer en Roumanie. La frontière est atteinte dans la nuit du 17 septembre 1939, alors qu'au même moment se déclenche l'agression russe. Ils se rendent en train à Bucarest, où l'ambassadeur britannique leur explique benoîtement qu'il ne saurait prendre de décision sans l'avis de Londres, ratant une belle occasion de rentrer dans l'Histoire. Impatients, les Polonais tentent leur chance à l'ambassade française, où de manière moins protocolaire, on leur fournit aussitôt visas et billets pour la France. En octobre, les décodeurs polonais sont à Paris avec Gustave Bertrand²⁵.

À Bletchley Park, Dilly Knox attend impatiemment la complétion des feuilles de Zygalski. Le temps joue contre lui. Sur le plan militaire, et aussi personnel. Le diagnostic est tombé peu avant Pyry. Le déchiffreur de papyrus est atteint d'un cancer lymphatique.

Le cerveau d'ULTRA

Au début de 1939, à Bletchley Park les mathématiciens se comptent sur les doigts de la main. Tous viennent d'être fraîchement recrutés face à l'évidence du conflit à venir, et, malgré leur « inconvenient » d'appartenir aux sciences dures, tous proviennent néanmoins d'Oxford et de Cambridge. Leur très faible nombre est compensé par la qualité ; ces hommes sont excellents, voire exceptionnels. Tous vont contribuer à la victoire contre les chiffres nazis : Peter Twinn (1916-2004), John Jeffreys (1916-1944), Alan Turing (1912-1954) et Gordon Welchman (1906-1985). Si Turing est désormais, *a posteriori*, de loin le plus populaire des décodeurs, Welchman mérite pour autant une lumière parfaitement légitime pour sa contribution décisive à la victoire. Sans lui, Alan Turing n'aurait, probablement, jamais été en mesure de vaincre à temps l'Enigma navale.

Gordon Welchman suit un parcours remarquablement similaire à celui de son futur supérieur, Dilly Knox. Son père est lui aussi un homme d'Église, archidiacre de Bristol (1927-1938). Le jeune Gordon se détourne toutefois très vite de la spiritualité pour s'adonner aux mathématiques. Très intelligent, brillant, il survole le Malborough College de 1920 à 1925, intégrant cette année-là le renommé Trinity College de Cambridge. Après avoir cumulé les honneurs, Welchman est chercheur au Sidney Sussex College de Cambridge en 1929, puis par la suite doyen de l'établissement. Le jeune homme n'est pas loin d'être parfait : apprécié de ses étudiants pour son habileté didactique, il est aussi un fin musicien et un bon athlète, et dispose d'un physique d'acteur de cinéma. Toujours parfaitement vêtu, moustache impeccable et pipe au coin des lèvres, l'enseignant séduit sans difficulté, et brille dans les soirées. À part les mathématiques et la musique, Gordon Welchman développe un attrait marqué pour les motocyclettes et les femmes. Pragmatique, il conjugue habilement ces deux sujets d'intérêt en se dotant d'un side-car. Il rencontre la première de ses trois épouses au cours d'un événement musical durant l'été 1936, Katharine Hodgson, une musicienne professionnelle qu'il épouse l'année suivante²⁶.

Alors que la Tchécoslovaquie paie le prix des accords de Munich au début de 1939, Gordon Welchman vit pour sa part une existence épanouie, reconnu comme un spécialiste de géométrie algébrique. Le professeur de Cambridge est repéré par les chasseurs de têtes d'Alastair Denniston, et accepte d'intégrer le GC & CS au mois de février. Après une brève formation à Londres au mois de mars, plus rien ne se passe. Lorsque l'Europe émerge de

sa torpeur le 1^{er} septembre 1939, Welchman est subitement convoqué à Bletchley Park. Il s'y présente quelques jours plus tard, littéralement en touriste, ignorant tout d'Enigma :

Lorsque je parvins à Bletchley Park en septembre 1939, je ne connaissais rien à l'histoire des communications, la cryptologie, et les équipements militaires allemands. J'étais absolument novice ; j'ai simplement essayé d'apprendre ce dont j'avais besoin le plus rapidement possible. Je voulais uniquement comprendre la substance du problème, et non pas ses origines²⁷.

Et de fait, Gordon Welchman ignore à peu près tout des mathématiciens polonais : « On ne m'a pas dit grand-chose à ce sujet ; les Polonais nous avaient donné une ou peut-être deux répliques de la machine Enigma²⁸. » Le mathématicien anglais ne finira par apprendre de justesse l'existence de ses jeunes confrères polonais qu'un demi-siècle plus tard, peu avant sa mort. Au début des années 1980, Welchman découvre avec stupéfaction leur existence : « J'ignorais tout des astucieuses manières avec lesquelles Rejewski, Zygaliski et Różycki s'étaient servis pour exploiter les faiblesses [d'Enigma]²⁹. »

Welchman, alors âgé de 35 ans, est poliment accueilli à Bletchley Park par Denniston, qui l'affecte au service du doyen des décodeurs, Dilly Knox, 55 ans. Un autre jeune mathématicien vient d'arriver en même temps que lui : Alan Turing (27 ans). Enseignant non titulaire au King's College de Cambridge, Turing est pour sa part déjà initié aux secrets d'Enigma depuis l'été 1939, œuvrant partiellement depuis cette date pour le GC & CS. Il travaille lui aussi sous la direction de Knox, associé au seul mathématicien permanent à Bletchley Park, Peter Twinn (23 ans) d'Oxford³⁰. L'objectif immédiat est alors de produire en nombre suffisant les feuilles de Zygaliski à la fois pour les Britanniques et les Polonais réfugiés à Paris. Le travail laborieux de percer les feuilles s'effectue cette fois sans rasoir, de manière automatisée et avec une équipe réunie sous l'égide du mathématicien de Cambridge John Jeffreys. La tâche reste pour le moins colossale, avec pas moins de 1 560 feuilles à produire. En parallèle sont également élaborées des « feuilles de Jeffreys » (*Jeffreys sheets*), une version améliorée des feuilles de Zygaliski³¹.

Si Gordon Welchman connaît bien son collègue de Cambridge, John Jeffreys, il ne sait rien de ses feuilles secrètes, ni de celles de Zygaliski. Dès les premiers jours, le contact passe mal entre Dilly Knox et lui. « En l'espace d'une semaine ou deux, j'ai acquis l'impression qu'il ne m'appréciait pas³². » Le mathématicien est vite relégué du Cottage à l'Elmers School, un petit bâtiment à l'écart. Knox lui impose de ne pas s'occuper du déchiffrement d'Enigma, mais de se concentrer sur l'analyse de trafic (*traffic analysis*), une tâche assez ingrate consistant à laborieusement relever l'origine des transmissions ennemies, noter et isoler les clés similaires, correspondant aux différentes armes et services de l'armée allemande. Welchman ne peut toutefois s'empêcher de réfléchir à un moyen d'utiliser les indicateurs

présents au début de chaque message. Dans un éclair de génie, il retrouve la même méthode imaginée par Zygalski quelques années plus tôt. Le mathématicien tombe de haut lorsqu'il finit par découvrir l'existence de ces dernières :

Il peut sembler difficile de croire que l'on m'ait tenu à l'écart d'une réalisation aussi importante. Dilly était connu pour ne rien dire à personne, bien qu'il pensât souvent le contraire. Par ailleurs Bletchley Park était dans un état quelque peu chaotique en octobre 1939, et encore pour de nombreux mois. [...] Cela lui était insupportable de découvrir qu'un nouveau venu, et qu'il avait de surcroît viré de l'équipe du Cottage, avait découvert une idée à laquelle il n'avait pas pensé³³.

Dans les faits, Dilly Knox n'a pas vraiment pris en grippe Welchman, et semble regretter sincèrement le malentendu – lorsqu'il finit par l'apprendre : « Personne ne lui a dit la vérité ? » Personne en effet, à commencer par Knox lui-même, fidèle à son manque de communication et à son indiscipline. Welchman prend alors conscience du chaos régnant à Bletchley Park. Rien n'est prévu pour faire face au gigantesque afflux d'interceptions de messages Enigma dans les premiers jours de la guerre. Denniston, homme charmant et conciliant, n'a rien d'un administrateur efficace. Knox ne vaut pas mieux dans ce domaine : « Dilly n'était ni un homme organisé ni un technicien. Il était, essentiellement, un homme d'idées. Il n'était pas intéressé, comme je l'étais, dans l'administration et la routine nécessaires au traitement de l'énorme volume de trafic généré par Enigma³⁴. »

Dilly Knox n'est intéressé que par le décodage pur, fidèle à sa passion originelle des papyrus. Grand amateur de poésie, l'enseignant de Cambridge est capable de lâcher le volant de sa voiture pour accompagner sa déclamation de gestes appropriés, ou encore d'accélérer dans les carrefours, estimant avoir ainsi plus de chances de ne rien toucher. Il aime jardiner, emportant une hache lors de ses promenades à la campagne pour tailler les arbres. Toujours perdu dans ses pensées, Knox est capable de se promener en vêtements de nuit, et prend invariablement la mauvaise sortie de son bureau, qui mène dans un placard. Il est aussi accroc aux tablettes de chocolat et à sa pipe, arrêtant le travail de toute son équipe pour la retrouver si besoin. Knox et Denniston appartiennent à la vieille école, qui a certes fait ses preuves, mais n'est plus en phase avec le défi contemporain. Gordon Welchman est jeune, brillant, ambitieux, et fin organisateur. Il mènera bientôt la révolte.

L'heure est pour l'instant à la complétion des feuilles de Zygalski et de Jeffreys. En France, un accord est trouvé pour intégrer les réfugiés polonais dans un nouveau 5^e Bureau des renseignements. Ils sont dirigés par le colonel Gwido Langer, le major Maksymilian Cieżki, le commandant Gustave Bertrand et le chef du 5^e Bureau, le colonel Louis Rivet. Les Polonais étant démunis de tout mais les Français ayant besoin d'eux, ils sont totalement pris en charge par l'armée française. Le 20 octobre 1939, le « P.C. Bruno » est établi dans le château de Vignolles près de Gretz, à 35 kilomètres au sud-est

de Paris. Il compte au total 70 décodeurs et techniciens, dont 48 Français, 15 Polonais (*Ekipa Z*) et 7 émigrés espagnols républicains³⁵.

Dans les derniers mois de l'année 1939, les Français multiplient les allées et venues en Angleterre. Bertrand, Langer et le capitaine Braquenié viennent observer la confection des feuilles et tenter de déchiffrer de nouveau Enigma. À la fin de décembre, l'équipe de Jeffrey est venue à bout de son labeur pharaonique : percer 2 109 120 orifices, soit 1 352 trous pour chacune des 1 560 feuilles, de quoi reconstituer les réglages des rotors IV et V d'Enigma³⁶. Un tour de force technique, qui débouche sur un échec retentissant en présence de Knox et Braquenié, lors d'un essai dans les derniers jours de décembre. Les feuilles de Zygaslki ne fonctionnent pas.

Très vite, les esprits s'échauffent. Denniston, qui retient une partie des feuilles en Angleterre, propose à Louis Rivet de laisser les mathématiciens polonais venir régler le problème à Bletchley Park. De quoi faire bondir Bertrand, échaudé par les caprices britanniques et l'affaire de Pyry, et bien décidé à conserver « ses » décodeurs polonais au château de Vignolles. Le bouillant Knox se saisit aussitôt d'une lettre et de son franc-parler habituel, à l'intention de Denniston. Oublié la fureur primesautière de Pyry ; le décodeur anglais est devenu un allié inconditionnel de ses camarades polonais et français :

Au cours de notre voyage à Varsovie, comme vous vous en souvenez, j'ai promis aux Polonais et aux Français de leur fournir des statistiques [les feuilles de Zygaslki]. Dans les faits, celles-ci sont prêtes. [...] Mes sentiments à ce sujet sont à ce point puissants qu'à moins de les voir envoyées dans la nuit de mercredi, je me verrai contraint de démissionner³⁷.

C'est finalement Alan Turing qui débloque la solution lors d'un voyage en France au début de janvier 1940. Il apporte à la fois les feuilles manquantes, et vient chercher des éclaircissements sur les problèmes rencontrés avec celles-ci. La rencontre au sommet entre Alan Turing et Marian Rejewski porte rapidement ses fruits. Les jeunes mathématiciens se jaugent et se respectent au premier coup d'œil. L'intelligence, l'habileté et l'intuition hors norme résolvent rapidement le problème : les informations données l'été dernier concernant les rotors IV et V par les Polonais étaient malencontreusement erronées. Quelques corrections permettent de faire passer la journée du 17 janvier 1940 dans l'histoire : Enigma est une nouvelle fois déchiffrée par les Alliés.

À partir du 3 avril 1940, les décodeurs alliés, à Bletchley Park et au château de Vignolles, sont en mesure de décrypter Enigma en parfois quelques heures. Winston Churchill exulte. La magie opère de nouveau. Dans son exil forcé à l'Elmers School, Welchman a mis au point un code couleur pour chaque clé ennemie identifiée. D'avril à juin 1940, le code *Yellow* (coopération terre-air) permet de suivre quotidiennement l'ennemi dans la campagne de Norvège, offrant un atout précieux sans pour autant sauver ce

pays de l'occupation allemande. Au PC Bruno, les décodeurs français, polonais et espagnols travaillent d'arrache-pied pour participer à l'œuvre interalliée, mais avec des moyens très inférieurs à ceux des Britanniques. Les services cryptologiques français commencent à payer le prix de leur décrépitude depuis la dernière guerre. Jusqu'à la fin de la campagne de France en juin 1940 Bletchley Park décrypte 83 % des messages d'Enigma, contre 17 % pour le château de Vignolles (25 % avant le 10 mai 1940 et l'offensive allemande à l'Ouest). Un bilan plus que respectable pour les décodeurs polonais, très inférieurs en nombre face à leurs collègues britanniques, avec au total 126 clés cassées et plus de 6 200 messages déchiffrés³⁸.

Les feuilles de Zygalski et leurs dérivés, les feuilles de Jeffreys, viennent de montrer pour la seconde fois leur efficacité. Henryk Zygalski appartient au clan historique des vainqueurs d'Enigma, avec Marian Rejewski et Dilly Knox, bien avant Alan Turing. Gordon Welchman, qui aurait pu prétendre à ce club fermé, salue le succès. Mais quelque chose est pourri au royaume de Bletchley Park. Et c'est l'administration, pourtant indispensable au bon fonctionnement. Le responsable est tout désigné : le directeur, Alastair Denniston, de toute évidence dépassé par les événements. Welchman est habile, lui aussi. Il s'est déjà rapproché de l'adjoint de Denniston, Edward Travis. Ancien décodeur de la Royal Navy, Travis est compétent, excellent organisateur. C'est aussi un ambitieux, qui dans l'ombre attend son heure pour se hisser à la tête de Bletchley Park. Gordon Welchman possède là son allié stratégique. Il lance la révolte au début de 1940, en proposant à Travis une réorganisation complète. Outre une hausse notable des effectifs, Welchman milite pour la création de cinq structures :

- *Intercept Control Room* : en lien avec les stations d'interception des messages Enigma ;
- *Registration Room* : analyse de trafic ;
- *Sheet-Stacking Room* : identification des déterminants avec les feuilles de Zygalski ;
- *Machine Room* : détermination des réglages internes d'Enigma ;
- *Decoding Room* : décryptage des messages grâce à des machines Type-X anglaises modifiées pour correspondre à la machine Enigma³⁹.

Cette ossature serait complétée par un système de « huttes » (*Hut*), désignant de simples constructions en bois, avec chacune leur spécialité. La Hut 6 serait ainsi dédiée à l'attaque des messages de la Luftwaffe et de la Heer, en collaboration étroite avec la Hut 3 chargée d'exploiter les décryptages. La Hut 8 serait consacrée à la Kriegsmarine, avec la Hut 4 comme partenaire. Travis saisit immédiatement tout le potentiel du projet de Welchman : « La relation de plus en plus proche entre moi et Travis s'est avérée un ingrédient important du succès⁴⁰. » Souffrant de douloureux calculs urinaires, Alastair Denniston sera bientôt écarté pour laisser place à Travis. Dilly Knox est isolé dans son Cottage, poursuivant à part ses travaux. Welchman triomphe. Sa nouvelle organisation, évoluant quelque peu au fil des

mois, forme la colonne vertébrale de Bletchley Park durant la Seconde Guerre mondiale. Le mathématicien de Cambridge vient de faire place nette en quelques mois, en partant de rien. Gordon Welchman est le cerveau d'ULTRA.

Cette stratégie ne repose pas sur le désir inexpugnable d'évincer tous les anciens du décryptage. Welchman s'appuie au contraire sur John Tiltman, le singulier chef de la section militaire de Bletchley Park, ancien combattant de la Grande Guerre. Toujours aussi vif, Tiltman saisit immédiatement tout le potentiel du plan de cet ambitieux mathématicien, et lui apporte son soutien inconditionnel, en le plaçant en relation avec ses chefs des stations d'interception. Welchman prend bientôt la tête de la Hut 6. Il en profite pour placer ses pions en recrutant de nouveaux universitaires, de la manière habituelle à Bletchley Park : « Sans vraiment de honte, j'ai recruté mes amis et anciens étudiants. » Et dans ce réseau de connaissances fleurant bon Cambridge figurent de nouveau de jeunes prodiges : Stuart Milner-Barry (1906-1995), étudiant en lettres classiques au Trinity College, amateur d'échecs et futur adjoint de Welchman à la Hut 6. Milner-Barry recrute à son tour Hugh Alexander (1909-1974), professeur de mathématiques, ancien champion de Cambridge, et futur chef de la Hut 8. Au total, 30 jeunes talents sont présents à la Hut 6⁴¹.

Dilly Knox, pour sa part, est épargné par cette vague d'épuration. Il obtient son propre service au sein du Cottage, et s'entoure exclusivement de jeunes femmes, bientôt surnommées les « Dilly Girls ». Celles-ci ne sont pas choisies par préférences esthétiques, mais sur leurs compétences et leurs résultats académiques. Les mathématiques ne sont pas ou peu prises en considération. La méthode manuelle de *rodding* développée par Knox ne nécessite pas de prérequis scientifiques, ni même de comprendre le fonctionnement d'Enigma, mais avant tout une forte patience. « Rares étaient les Dilly Girls à comprendre la mécanique des machines, mais toutes devinrent d'habiles *rodders* », déclare ainsi Mavis Batey, l'une des collaboratrices de Knox⁴². De plus en plus affecté par son cancer, le vainqueur d'Enigma parvient encore à venir à bout des chiffres de la marine italienne, offrant ainsi à la Royal Navy l'une de ses plus belles victoires de la Seconde Guerre mondiale le 29 mars 1941, à la bataille du Cap Matapan. En fin d'année, Knox récidive une dernière fois en brisant une version évoluée d'Enigma utilisée par l'*Abwehr*, les services de renseignements de la *Wehrmacht*. Trop affaibli pour continuer à travailler au Cottage de Bletchley Park, l'enseignant de Cambridge est contraint de regagner son propre domicile, d'où il poursuit son œuvre. L'helléniste est remplacé par son adjoint, le mathématicien Peter Twinn.

Dans la véritable mafia de Cambridge régnant à Bletchley Park, qui compte aussi des rivaux d'Oxford (tel Peter Twinn) et quelques intrus d'autres universités moins connues, figure une autre recrue de Welchman : John Herivel (1918-2011). Tout juste âgé de 21 ans, étudiant en mathématiques au

Sussex College de Cambridge, Herivel arrive à temps pour réaliser son miracle. Le 10 mai 1940, les Allemands attaquent à l'Ouest. Ce même jour, la procédure des messages Enigma évolue par mesure de sécurité. Les fameux indicateurs dédoublés de début de message, exploités par Marian Rejewski depuis 1932, sont abandonnés ; un seul est désormais transmis. L'effet est immédiat : les feuilles de Zygalski et de Jeffreys, fondées sur cette grossière erreur des cryptographes allemands, deviennent inutiles. Enigma est de nouveau illisible, au pire moment.

Heureusement, les décodeurs britanniques disposent de l'*Herivel Tip* (« truc d'Herivel ») ou *Herivelismus*. Peu après son arrivée à Bletchley Park le 29 janvier 1940, John Herivel a lui aussi été saisi d'une de ces illuminations géniales qui frappent les meilleurs décodeurs, alors qu'il passait ses nuits à essayer de trouver un nouveau moyen de déchiffrer Enigma :

Je me souviens très bien d'essayer [de déchiffrer Enigma] chaque nuit devant le feu, pendant une semaine ou deux autour de la mi-février, en me concentrant sur des messages chiffrés, mais je n'obtenais absolument aucune sorte de progrès. Puis soudain une nuit quelque chose de très étrange s'est produit. Je somnolais probablement devant le feu – chose dangereuse puisque je fumais souvent la pipe et aurait pu provoquer un trou sur le tapis ou bien pire – et me suis réveillé en sursaut avec une faible trace d'un rêve en train de s'éteindre dans ma tête. Je demeurais avec une image dans mon esprit, celle d'un opérateur allemand d'Enigma⁴³.

John Herivel s' imagine alors opérer de manière routinière sa machine Enigma, quelque part en Allemagne. Il se rend vite compte que les procédures longues et complexes de la machine s'accordent mal avec les situations d'urgence, de stress, ou encore avec des opérateurs fatigués ou paresseux. Chaque opérateur allemand est censé choisir journallement sa position d'anneau initiale (*Ringstellung*), qui doit différer de celle de la position de départ du rotor (*Grundstellung*). Herivel imagine toutefois que nombre d'opérateurs allemands n'ont pas le temps ou l'envie de faire l'effort de tourner les anneaux de la machine, ou de juste quelques crans. Le *Ringstellung* a donc de fortes chances d'être identique au *Grundstellung*, ou du moins d'en être très proche, et aisément recouvrable à la main. La contrainte imposée par la suppression du double indicateur par les Allemands en mai 1940 est ainsi annulée. Le *Herivel Tip* fonctionne à merveille, permettant de continuer à décrypter le code RED (liaison Luftwaffe-Heer) au cours de la bataille de France puis d'Angleterre. Welchman est en mesure de saluer le coup de maître de son ancien élève : « Herivel, ceci ne sera jamais oublié⁴⁴. »

En France, les Polonais subissent leur deuxième exil forcé face à l'offensive allemande à l'Ouest qu'ils avaient pourtant anticipée, pour se retrouver cette fois-ci au 2 *bis*, avenue de Tourville à Paris⁴⁵. Le 10 juin, les Polonais entament leur troisième exil, ponctué de pauses à La Ferté-Saint-Aubain, Vensat, puis Toulouse, où ils apprennent la capitulation de la France le 22 juin. Dès le mois de décembre 1940, l'énergique Bertrand reconstitue un

« PC Cadix » au château des Fouzes près d'Uzès et du pont du Gard, où Rejewski, Zygalski, Różycki et quatorze autres Polonais reprennent leurs travaux de décryptage. Celui-ci s'effectue en « zone libre », dans le sud de la France non occupée par l'Allemagne. Les décrypteurs travaillent en étroite collaboration avec les services secrets polonais et britanniques en Angleterre⁴⁶.

Les chiffres de la Luftwaffe et de la Heer décryptés, les chiffres de la Kriegsmarine demeurent toutefois impénétrables, du fait de l'utilisation d'un livre de codes à base de bigrammes en plus de la machine Enigma. Les mathématiciens polonais ont tenté dans les années 1930 de s'attaquer à cette Enigma navale, échouant de peu faute de temps et de moyens. Parvenir à lire les messages de la Kriegsmarine relève pourtant de la priorité absolue, alors que la bataille de l'Atlantique entre dans sa phase décisive avec un Royaume-Uni désormais assiégé. Alan Turing décide de prendre en main cette affaire, au moins pour le défi humain, puisque personne d'autre ne semble en être capable. Le jeune homme est toutefois au moins aussi excentrique et pénible à vivre que son aîné, Dilly Knox. Il est parfaitement conscient d'être intellectuellement supérieur, comme le relève Hugh Alexander, son chef tout théorique de la Hut 8 navale : « Il lui était difficile de supporter l'inconséquence de ses collègues, et avait beaucoup de mal à comprendre que tout le monde ne soit pas prêt à écouter la voix de la raison. D'où sa difficulté à supporter les imbécillités et boniments de bureau⁴⁷. »

L'idée d'Alan Turing d'une bombe électromécanique pour déchiffrer Enigma ne semble pas directement inspirée par la *bomba* de Marian Rejewski. Dans ses Mémoires, Gordon Welchman estime que Dilly Knox et Turing travaillaient déjà sur un concept de ce genre avant même de connaître l'existence des *homby* polonaises, donc avant juillet 1939 et la révélation de Pyry⁴⁸. La première bombe réalisée au début de 1940, *Victory*, s'avère par ailleurs profondément différente, et bien plus complexe. Elle tient compte du tableau de permutations de l'Enigma militaire et opère malgré la suppression du double indicateur des messages en mai – contrairement à la *bomba* polonaise. Fonctionnant sur le modèle de plusieurs Enigma couplées ensemble, le rôle de la bombe britannique est d'éliminer le plus de mauvaises combinaisons possibles, en particulier au niveau du tableau de permutations. Contrairement à une idée populaire, elle ne permet en aucun cas de déchiffrer toute seule Enigma, ni de retrouver les clés. La bombe s'arrête occasionnellement lorsqu'une combinaison est potentiellement correcte (*stop*). Une fois le maximum de possibilités écartées, les combinaisons possibles sont testées manuellement à la Hut 6, où se déroule finalement le décryptage. C'est par ailleurs de la Hut 6 que sont réalisés les *cribs*, indispensables au bon fonctionnement des bombes⁴⁹.

Opérationnelle le 19 mars 1940, *Victory* s'avère décevante. Très lente, la bombe tourne dans un fracas mécanique terrible pendant des heures, sans produire de grands résultats, et en multipliant les erreurs. Gordon Welchman

connaît alors son deuxième éclair de génie, cette fois-ci décisif. Il conçoit l'idée d'une extension de la bombe, le *Diagonal Board* (« tableau diagonal »), un dispositif ingénieux composé d'un tableau de connexions relié à la bombe permettant de réduire considérablement de 60 % les nombreux *stops* erronés⁵⁰. Comme pour les feuilles de Zygalski, Welchman bondit de nouveau de son bureau, mais cette fois-ci fonce vers Turing, et avec bien plus de succès que pour Knox :

Lorsque cette nouvelle méthode [...] me vint à l'esprit, je ne pouvais pas y croire. Je me suis assis avec quelques crayons de couleur, j'ai dessiné un simple schéma de câblages, et je me suis convaincu que l'idée pouvait fonctionner. Armé de ce schéma, je me suis une nouvelle fois précipité au Cottage, mais cette fois-ci pour parler à Turing. J'y ai reçu un meilleur accueil que celui prodigué précédemment par Dilly. Turing s'est de prime abord montré incrédule, comme moi, mais il s'est rangé à l'idée après avoir étudié le schéma, devenant tout aussi excité que moi. Cette amélioration de la bombe qu'il avait créée était selon lui spectaculaire⁵¹.

Ainsi équipée de son nouveau *Diagonal Board*, la bombe *Victory* est de nouveau opérationnelle en août 1940, et se révèle cette fois-ci très efficace contre les Enigma de la Luftwaffe et de la Heer, en restant un peu lente contre l'Enigma navale. Mais la menace est pour l'instant avant tout aérienne, dans le cadre de la bataille d'Angleterre ; le déchiffrement du code RED offre de nouveau un avantage décisif aux Britanniques. Cette version modifiée entre immédiatement en production au British Tabulating Machine Company (BTM) basé à Letchworth. Sans l'invention du *Diagonal Board*, la bombe britannique n'aurait jamais été suffisamment performante. Si cette machine est par la suite rentrée dans l'Histoire sous le nom de « bombe de Turing », il s'agit dans les faits d'une invention commune à Turing et Welchman, qui mérite plus justement le nom de « bombe de Turing-Welchman ».

Le manque de personnel continue toutefois à causer de sérieux problèmes à Bletchley Park, imposant des horaires de travail extrêmement pénibles, et sans pose le dimanche. En octobre 1941, Gordon Welchman mène une nouvelle fois le changement, en cosignant une lettre avec Alan Turing, le chef de la Hut 8 Hugh Alexander, et son adjoint à la Hut 6 Stuart Milner-Barry. Le pli parvient sous peu à Londres, au 10 Downing Street. Winston Churchill, devenu friand des messages quotidiens d'ULTRA, tape du poing sur la table. Il écrit immédiatement à son fidèle conseiller militaire, Hastings Ismay : « Faites en sorte qu'ils reçoivent tout ce qu'ils désirent en extrême priorité. » Le message est frappé du fameux *Action this Day* churchillien⁵² (« Exécution aujourd'hui »). En quelques semaines, les moyens augmentent considérablement. En février 1942, Edward Travis, l'allié de Welchman, s'empare de la direction de Bletchley Park. En 1944, la Hut 6 emploie 575 personnes. À la fin de la guerre, 9 000 Britanniques travaillent au décryptage des chiffres nazis⁵³. Gordon Welchman triomphe. Outre le fait d'avoir réorganisé habilement et efficacement Bletchley Park, il s'est aussi révélé un inventeur de génie en réinventant les feuilles de Zygalski, puis le

Diagonal Board de la bombe de Turing-Welchman, le tout en l'espace de quelques mois. Au début de février 1942, avec l'éviction de Denniston, tout semble aller pour le mieux.

Las, le 1^{er} de ce mois, la Kriegsmarine inaugure sa nouvelle Enigma (« M4 ») dotée d'un nouveau réflecteur et de quatre rotors, au lieu de trois. Ces nouveaux chiffres nazis sont destinés aux sous-marins opérant dans l'Atlantique ; ils sont baptisés *Shark* (« requin ») par les décodeurs britanniques. Ces derniers calculent à 85 le nombre requis de bombes nécessaires pour déchiffrer *Shark*, en l'espace de vingt minutes, temps habituel pour vaincre les Enigma classiques à trois rotors. Au début de 1942, les Britanniques ne disposent que de douze bombes. *Shark* est inviolable. Les sous-marins allemands peuvent de nouveau faire la loi dans l'Atlantique, ce qu'ils s'appliquent à faire en décimant les convois alliés.

Pour parer à la menace, il faudrait impérativement construire en grand nombre un nouveau modèle de « superbombe », spécialement conçue pour déchiffrer l'Enigma M4. Ce qui nécessiterait d'énormes moyens matériels, humains et financiers, que les Britanniques n'ont plus. La solution, c'est toujours la même. Et cela tombe bien, les États-Unis viennent d'entrer en guerre.

La victoire sans gloire

La coopération interalliée sur le déchiffrage d'Enigma, déjà laborieuse en Europe dans les années 1930, suit de prime abord la même trajectoire déficiente entre Britanniques et Américains au début de la Seconde Guerre mondiale. Les premiers estiment les seconds incapables de conserver un secret, tandis que les États-Unis se méfient puissamment des ingérences de leur ancien colonisateur. À l'instar du magnétron à cavités et plus tard de la bombe atomique, les discussions avancent lentement en coulisses, bien que se terminant le plus souvent à l'avantage de Washington. Les États-Unis obtiennent par ailleurs de brillants résultats en matière de décryptage, et ce bien avant l'obtention d'un accord de coopération au cours de l'automne 1942.

Le décryptage connaît des débuts aléatoires dans le pays de l'Oncle Sam, en partie du fait d'un personnage controversé. Né à Worthington dans l'Indiana, Herbert Osborn Yardley (1889-1958) est décrit par ses enseignants comme un « génie », « l'enfant le plus intelligent de son comté⁵⁴ ». Las, le jeune Yardley abandonne vite les études supérieures pour se consacrer à sa passion : le poker. Amateur d'alcool, de jolies femmes et de beaux costumes, Yardley hante les bars de Worthington, à la recherche de son destin. En 1917, à l'âge de 27 ans, il convainc le War Department de créer un bureau de décodage et de le nommer à sa tête. N'étant pas affecté au front européen, Yardley se concentre principalement sur les codes sud-américains, en

particulier le Chili et le Mexique. Le seul succès notable du MI-8 de Yardley est de démasquer l'espion allemand Lothar Witzke, condamné à mort mais sauvé par l'armistice de 1918 puis libéré par la suite. Puis les décrypteurs américains s'attaquent après guerre aux codes du Japon, considéré comme la seule menace sérieuse aux intérêts américains. Désigné officieusement sous le nom de « Black Chamber », le bureau de Yardley décrypte effectivement les codes diplomatiques nippons. Les Américains sont capables de lire les intentions adverses lors de la Conférence navale de Washington en 1921, et d'imposer leurs préférences. Son ambition assouvie, Yardley laisse libre cours à sa vanité et passe en général une heure par jour au bureau, se livrant surtout à toutes sortes d'initiatives juteuses sans rapport avec la cryptanalyse. Les années 1920 consacrent l'âge d'or de la secrète Black Chamber et de Herbert Yardley.

L'horizon s'assombrit toutefois en 1929. Outre un monde globalement calme et une crise économique qui réduisent drastiquement les dépenses militaires, Henry L. Stimson prête serment le 28 mars 1929 dans le nouveau gouvernement républicain de Herbert Hoover. La nomination du nouveau secrétaire d'État est une mauvaise nouvelle pour Yardley. Très à cheval sur les principes, Stimson est imperméable aux dérives éthiques. Il s'insurge effectivement à la découverte de la Black Chamber : « Les gentlemen ne lisent pas le courrier des autress⁵⁵. » Le département d'État stoppe le financement de la Black Chamber, officiellement dissoute le 31 octobre 1929, deux jours après le Black Sunday. Yardley tombe de très haut. Outre le fait de perdre son prestigieux emploi, la crise bancaire le prive de ses revenus commerciaux. Il doit laisser ses appartements, et se retrouve avec une femme et un fils de 4 ans à entretenir. Toujours prêt à rebondir, et quelque peu remonté contre le département d'État, Yardley s'improvise écrivain et publie le 1^{er} juin 1931 *The American Black Chamber*. Le monde découvre son existence et les activités insidieuses américaines, suscitant un tollé à Tokyo et au Japon. Yardley n'est de justesse pas poursuivi faute d'avoir violé des règles non existantes ; son cas entraîne toutefois en 1933 l'amendement de l'Espionnage Act, interdisant le décryptage des codes étrangers. Mais contrairement aux accusations, Yardley ne semble pas non plus avoir trahi son pays en vendant ses techniques de décodages aux autorités nippones, qui par ailleurs ne changent pas immédiatement leurs chiffres à l'issue de la publication de la Black Chambers⁵⁶.

La fermeture de la Black Chamber laisse le War Department avec un seul cryptologue, chargé non pas de décrypter les codes étrangers mais de concevoir les codes nationaux. Heureusement pour les États-Unis, il s'agit de l'un des meilleurs cryptologues du monde : William F. Friedman (1891-1969). Né en Russie à Kishinev, Friedman est issu d'une famille roumaine juive émigrée de Bucarest en 1887. Son père choisit de nouveau judicieusement l'émigration en 1892, cette fois-ci aux États-Unis, évitant ainsi les pogroms de Kishinev en 1903 et 1905. Brillant, réservé et passionné par la génétique,

William Friedman étudie à l'université Cornell dont il est diplômé en 1914. Il suit la voie normale pour effectuer un doctorat, mais est engagé par le colonel George Fabyan, un millionnaire prospérant dans le coton, qui dispose de son propre laboratoire près de Chicago, les Riverbank Laboratories. Friedman travaille quelque temps dans la génétique, puis est attiré par un autre département, celui de cryptologie, qui ambitionne de décrypter des supposés chiffres laissés par William Shakespeare dans ses œuvres – qui dans les faits n'existent pas. Alliant l'utile à l'agréable, Friedman rencontre sa future femme, Elizebeth Smith (1892-1980). Diplômée de littérature anglaise, Smith se révèle très douée en cryptanalyse ; elle est considérée comme la première cryptanalyste américaine. En 1917, Friedman est alors âgé de 25 ans, et Smith de 23 ans. Ils se marient à Chicago le 21 mai 1917, l'un des premiers mariages mixtes du quartier juif de Pittsburgh⁵⁷.

Pendant la Première Guerre mondiale les Riverbank Laboratories de Fabyan forment 80 officiers de l'armée américaine, le couple Friedman obtenant en parallèle ses premiers succès aux dépens des codes mexicains. Contrairement à Herbert Yardley, William Friedman est envoyé sur le front européen comme cryptanalyste particulier du commandant en chef de l'armée américaine John Pershing. Il se forme à la cryptanalyse militaire aux côtés des meilleurs spécialistes du monde à cette époque, les Français, avec notamment Georges Painvin. En 1920, Friedman accède à la renommée avec la publication de son « index de coïncidence », une application de principes statistiques au déchiffrement, toujours d'actualité, qui fonde les bases de la cryptanalyse moderne⁵⁸.

En 1921, William Friedman s'engage dans l'Army Signal Corps qui, contrairement à la Black Chamber, est chargée d'élaborer les codes. Suite à la dissolution de cette dernière en 1929, toutes les activités de codages et décodages sont toutefois réunies à l'Army Signal Corps. Conséquences de l'affaire Yardley, de la crise économique et du calme mondial, le bureau de Friedman est étouffé par le manque d'argent et le secret. Il est connu à l'interne comme Signal Intelligence Service (SIS), et n'existe officiellement pas. En 1930, Friedman reçoit l'autorisation d'embaucher trois jeunes cryptanalystes d'origine juive, pour 2 000 \$ par an seulement : Frank Rowlett (1908-1998), Abraham Sinkov (1907-1998) et Solomon Kullback (1907-1994). Tous vont se révéler hautement performants, d'une classe comparable à leurs homologues britanniques. Tous sont docteurs et enseignants en mathématiques, mais Sinkov et Kullback sont bloqués au niveau secondaire. À l'instar de l'Europe, l'antisémitisme est alors flagrant à tous niveaux aux États-Unis, bloquant les carrières professionnelles et universitaires. Pour les jeunes enseignants, le SIS représente une réelle opportunité d'évolution. Les trois nouvelles recrues ignorent tout de la cryptologie. À l'issue d'une brève formation, Friedman répartit les rôles. Il s'occupe des codes japonais prioritaires avec Frank Rowlett ; Solomon Kullback reçoit l'Allemagne, et Abraham Sinkov l'Italie⁵⁹.

Contrairement aux très efficaces services de décryptage britanniques centralisés à Bletchley Park, le SIS de l'US Army se trouve en concurrence plus ou moins larvée avec l'OP-20-G de l'US Navy. L'ombrageuse marine américaine entend contrôler de main ferme ses services de cryptanalyse. Durant la Première Guerre mondiale et les années 1920, la marine japonaise utilise le « code Red », constitué d'un livre de substitution, et d'un deuxième livre additif servant à encoder, pour un total de 100 000 mots codés. Les Américains ont réussi à photographier le premier livre au détriment du consul japonais à New York au début des années 1920, mais le second pose problème. C'est finalement une mathématicienne qui impose le respect à ses collègues militaires. Engagée dans l'US Navy en juin 1918 en tant que cryptanalyste, Agnes Meyer Driscoll (1889-1971) cumule les talents utiles à l'armée : diplômée en mathématiques et physique, elle possède des compétences en ingénierie et sténographie, maîtrise l'allemand, le français et le japonais. En 1926, Driscoll vient à bout du code Red de la marine nipponne. Cryptanalyste hors pair dans un monde presque exclusivement masculin, la jeune femme est encore la première à signaler l'introduction d'un nouveau « code Blue » en 1931, qu'elle parvient également à briser⁶⁰. Agnes Meyer Driscoll fait partie d'une classe bien à part de décrypteurs, avec les Britanniques Dilly Knox et John Tiltman, et plus tard le Suédois Arne Beurling. Le succès est toujours obtenu de la même façon : avec un crayon et une feuille. Inutile de lui parler de calculatrices mécaniques ou de tabulatrices IBM. Ces machines font toutefois partie de l'avenir du décryptage moderne.

S'il faut attendre les années 1960 pour disposer de machines à calculer électroniques, des machines à calculer mécaniques existent depuis le XVII^e siècle, grâce à Blaise Pascal et ses vénérables « pascalines ». En 1884, l'ingénieur américain Herman Hollerith invente le principe de la mécanographie, avec une machine capable de lire des cartes perforées. Très loin d'atteindre les performances des futurs ordinateurs électroniques programmables, cet engin est toutefois capable de réaliser des opérations simples, économisant efficacement le temps de travail humain. Ce nouveau domaine donne naissance à plusieurs sociétés, dont en 1924 International Business Machines (IBM). Les machines IBM, dénommées tabulatrices (*tabulator*), sont capables de traiter les cartes perforées (150 à la minute), de réaliser les calculs demandés et d'imprimer leurs résultats sous forme de nouvelles cartes perforées. Aux États-Unis, ces machines sont utilisées efficacement dans les opérations de recensement, et pour suivre les 26 millions de bénéficiaires du Social Security Act⁶¹. Diffusées dans l'empire IBM à travers le monde sous forme de location, les tabulatrices n'ont rien de mystérieux. La société américaine possède une filiale en Allemagne : la Deutsche Hollerith Maschinen Gesellschaft ou Dehomag. IBM se vante dans ses slogans d'avoir la « solution » à tous les problèmes. Dans le Reich nazi, les Juifs constituent le problème majeur d'Adolf Hitler. Sans scrupule, Dehomag, composée de nazis patentés et admis comme tels dans la société

mère à New York, apporte sa propre solution : 2 000 machines à travers l'Allemagne et plusieurs milliers en Europe occupée, utilisées pour cataloguer et archiver la « Solution finale⁶² ». Au total, 1,2 milliard de cartes perforées sont produites chaque année. *Business as usual*. Ou selon les mots de l'écrivain Edwin Black, révélateur de l'affaire : « IBM ne s'intéressa jamais au nazisme. IBM ne s'intéressa jamais à l'antisémitisme. IBM ne s'intéressa jamais qu'à l'argent⁶³. »

Les tabulatrices IBM suscitent également l'intérêt des décrypteurs allemands, comme évoqué dans le chapitre suivant. Aux États-Unis, William Friedman est le premier à saisir en 1934 le potentiel de ces machines, bientôt imité par l'OP-20-G. Faute de personnels en nombre suffisant, les calculs imposés par le décryptage des chiffres japonais représentent un temps de travail faramineux. Friedman calcule qu'avec 2 250 \$, le SIS est en mesure de louer assez d'équipement pour une durée minimale de six mois et ainsi sauver deux ans d'efforts à plein temps de la part de ses quelques employés⁶⁴. Les tabulatrices d'IBM se révèlent utiles pour venir à bout d'une nouvelle machine électromécanique japonaise, baptisée « RED » (sans rapport avec le code naval, toujours utilisé). Frank Rowlett et Solomon Kullback découvrent assez rapidement une faille dans le cryptage de la machine, les six voyelles de l'alphabet ne se substituant qu'entre elles, de même que pour les consonnes. Rowlett et Kullback réussissent à déchiffrer RED, dont les interceptions se retrouvent sur le bureau de Franklin Roosevelt en 1937, l'informant notamment de l'intention du Japon de s'associer à l'Axe aux côtés du Japon et de l'Italie. En parallèle à ce succès de cryptanalyse, Friedman travaille sur son grand projet, cette fois-ci de cryptographie. Dix années plus tôt, le mathématicien était venu à bout de l'une des toutes premières machines à crypter utilisant des rotors, inventée par Edward Hugh Hebern. Il s'inspire de cette machine de Hebern pour créer avec l'aide de Frank Rowlett la « SIGABA », en 1935. Complexe et plus sûre qu'Enigma, la SIGABA équipe bientôt l'US Army. De prime abord vexée de ne pas avoir inventé plus tôt sa propre machine, l'US Navy finit par mettre de côté sa fierté et adopte à son tour en 1937 la SIGABA – en défendant toutefois à ses marins d'origine juive de s'en approcher⁶⁵. Utilisée par l'armée américaine pendant et après la Seconde Guerre mondiale, la machine de Friedman et de Rowlett semble n'avoir jamais été décryptée par l'Allemagne ou toute autre nation.

Le 20 mars 1939, une nouvelle machine électromécanique est détectée par le SIS, utilisée pour les codes diplomatiques nippons. Plus complexe que RED et d'un niveau comparable à celui d'Enigma, cette nouvelle « PURPLE » pose de sérieux problèmes au SIS de Friedman. Elle corrige la lourde erreur de RED sur les voyelles et les consonnes, tout en offrant une somme astronomique de combinaisons possibles. Les machines IBM montrent leur limite. Friedman organise son équipe pour venir à bout de PURPLE. Pour les Britanniques, la cryptanalyse d'Enigma est officiellement désignée comme « ULTRA ». Les Américains baptisent leurs efforts contre PURPLE

sous le nom de code de « MAGIC ». Friedman supervise les efforts de ses décrypteurs, nommant à leur tête Frank Rowlett qui vient de faire ses preuves avec RED. Les jeunes mathématiciens finissent par découvrir une faille dans le cryptage de PURPLE. À l'instar de RED, six lettres se substituent entre elles, même s'il ne s'agit plus uniquement de voyelles. Ces *sixties* sont assez vite décryptées, mais les *twenties* restantes offrent trop de combinaisons potentielles, et résistent aux efforts de Frank Rowlett⁶⁶.

La solution à PURPLE provient d'un autre membre de l'équipe de Friedman. Si l'OP-20-G possède Agnes Meyer Driscoll, le SIS dispose de Genevieve Grotjan (1912-2006). Mathématicienne distinguée, la jeune femme de 28 ans rêve de devenir professeur de mathématiques au déclenchement de la Seconde Guerre mondiale. Elle parvient finalement à devenir mathématicienne professionnelle pour le gouvernement et est engagée par Friedman en 1939. Après un an d'efforts infructueux, avec la patience, l'habileté et l'intuition qui caractérisent l'élite des décrypteurs, Grotjan « casse » PURPLE le 20 septembre 1940. Immédiatement, les décryptages MAGIC offrent un flot d'informations remontant à la Maison Blanche. Très modeste, Genevieve Grotjan ne met aucunement en avant son rôle décisif dans le décryptage de PURPLE ; elle atteint finalement son objectif après guerre en devenant professeur de mathématiques à l'université de George Mason⁶⁷.

Le 3 décembre 1941, le SIS intercepte un message donnant l'ordre à l'ambassade nipponne à Washington de détruire ses livres de codes, et l'une des deux machines PURPLE. Ce message et d'autres sont entre les mains de Roosevelt le 6 décembre. Toutefois, ils n'indiquent en rien la nature, le lieu et la date de l'attaque qui se déclenche finalement à Pearl Harbor le lendemain. La marine japonaise utilise un autre code, le « JN-25 », dont l'OP-20-G ne vient à bout que le 18 mars 1942. À partir de cette année, les Américains décryptent quotidiennement les chiffres japonais. MAGIC rend d'incalculables services tout au long de la guerre, offrant notamment un avantage décisif lors de la bataille de Midway en juin 1942, et permettant d'abattre par surprise l'avion du redouté amiral Isoroku Yamamoto en avril 1943. MAGIC se révèle également utile sur le front européen, en décryptant les messages du très prolix ambassadeur japonais à Berlin, le baron Hiroshi Ōshima, qui informe quotidiennement Tokyo sur les intentions de Hitler.

Les Britanniques s'intéressent eux aussi de près aux chiffres japonais, engagés dans la défense difficile de leur empire colonial en Malaisie et en Birmanie. Le responsable du décryptage n'est autre que l'incontournable John Tiltman, chef de la section militaire à Bletchley Park, déjà vainqueur des codes russes et allemands. Ne comprenant pas grand-chose à la langue japonaise, Tiltman déchiffre malgré tout le JN-25 de la marine nipponne au cours de l'été 1939, quelques mois après son introduction, et plus de deux ans avant l'US Navy⁶⁸. Le manque de linguistes impose toutefois de recruter de jeunes cerveaux pour la section des chiffres japonais. Cinq années

d'apprentissage sont théoriquement nécessaires pour maîtriser cette langue complexe. Tiltman balaie les avertissements en organisant une formation spéciale accélérée, destinée aux meilleurs étudiants en langues. Et, sans surprise, ceux-ci proviennent massivement de deux universités emblématiques :

On m'a conseillé de recruter des universitaires en lettres classiques de 18 à 20 ans issus d'Oxford et de Cambridge. Pour une brève mais glorieuse période j'obtins une remarquable popularité dans ces deux universités, car j'étais la seule personne qui recherchait des universitaires spécialistes en latin et en grec⁶⁹.

La nouvelle section est à l'œuvre à Bletchley Park en juin 1942, comptant initialement une vingtaine de décodeurs. Elle cible principalement le nouveau code « JMA », utilisé par les attachés militaires japonais dans les ambassades à travers le monde. Tiltman en vient une nouvelle fois personnellement à bout cette même année.

L'œuvre exceptionnelle de John Tiltman se double d'une action de rapprochement avec les décodeurs américains. Au printemps 1942, la nouvelle Enigma M4 à quatre rotors et son code *Shark* posent d'insolubles problèmes aux Britanniques. Des efforts ont bien été tentés pour réaliser une « superbombe », plus puissante que celle de Turing-Welchman. Le physicien Charles Eryl Wynn-Williams (1903-1979), déjà engagé dans les recherches sur le radar au Telecommunications Research Establishment de Malvern, a mis au point un appareil en partie électronique venant s'adapter aux bombes de Turing-Welchman existantes, pour les rendre plus puissantes. Baptisées *Cobra*, ces engins se révèlent toutefois décevants. Une autre bombe, la *Mammoth*, réalisée par la British Tabulating Machine Company – qui fabrique déjà les bombes de Turing-Welchman – obtient plus de succès, mais les moyens manquent pour construire le nombre de machines nécessaires. Même les bombes classiques pour lutter contre l'Enigma à trois rotors font défaut. Au début de 1943, une cinquantaine de machines sont opérationnelles. Gordon Welchman calcule que 120 bombes seraient nécessaires pour lutter contre la Luftwaffe et la Heer, et 134 « superbombes » contre la Kriegsmarine. Le mathématicien s'alarme dans un message à Edward Travis le 5 janvier : « Une analyse des besoins hypothétiques et probables en bombes pour l'année 1943 se révèle plus qu'inquiétante⁷⁰. » Seuls les Américains détiennent, comme toujours dans les questions matérielles, la clé du succès.

Cependant, jusqu'en 1942, la collaboration interalliée sur Enigma se révèle peu fructueuse. Des officiers de liaison américains sont bien présents à Bletchley Park depuis février 1941, mais se heurtent au manque d'entrain flagrant des Britanniques. Le directeur de Bletchley Park Edward Travis et le chef du MI6 Stewart Menzies bloquent la coopération. Ce dernier rejette de « manière catégorique toutes les protestations » de la part de nombre de décodeurs britanniques militant pour un partage complet des secrets d'ULTRA, notamment Gordon Welchman et John Tiltman⁷¹. Envoyé à

Washington en mars et avril 1942, Tiltman presse son supérieur Travis d'en finir :

Considérant le fait qu'ils [les Américains] sont désormais en état de guerre et sont directement intéressés par les transmissions des sous-marins, ils sont en droit de savoir pourquoi ces transmissions ne peuvent actuellement pas être décryptées, et quelles sont les perspectives futures⁷²...

Au printemps de 1942, la patience des États-Unis est émuée. Les U-Boote ravagent les côtes américaines, attirés par un nouvel ennemi totalement impréparé à la guerre sous-marine. Les services de cryptologie de l'US Navy, l'OP-20-G, se dotent au mois de février d'une section de recherches (OP-20-GM) notamment chargée de venir à bout du code *Shark* des U-Boote. Le chef de l'OP-20-G est l'énergique Joseph N. Wenger. Particulièrement remonté contre les Britanniques, Wenger se fait fort de construire 360 bombes pour briser l'Enigma navale. Washington répond favorablement. Des millions de dollars sont débloqués pour faire face au défi. Les moyens matériels et humains affluent dans le très secret Building 26 de l'OP-20-G à Dayton, dans l'Ohio⁷³.

Les efforts des ingénieurs américains souffrent toutefois du manque de coopération de leurs homologues anglais. Six mois sont perdus pour reconstituer des éléments déjà existants. En juillet 1942, Gordon Welchman révèle l'existence de son *Diagonal Board*, inventé depuis deux ans, permettant de doubler l'efficacité de la bombe de Turing-Welchman. Le 2 octobre 1942, Edward Travis capitule. Le directeur de Bletchley Park signe le « Holden Agreement » à Washington actant enfin la collaboration complète du GC & CS avec l'OP-20-G, confirmée par le « BRUSA Agreement en mai 1943⁷⁴ ». Une nouvelle fois, les Britanniques cèdent devant la machine de guerre américaine.

Joseph Wenger n'a toutefois pas attendu la fin des caprices des sujets de Sa Majesté. Dès la fin de l'année, en s'inspirant de la *Cobra* et de la *Mammoth*, les ingénieurs américains ont conçu une bombe en partie électronique utilisant des tubes à vide et non plus une multitude de rotors comme sur la bombe de Turing-Welchman. La bombe américaine écrase sa rivale britannique en étant deux fois plus rapide. Elle vient à bout d'une Enigma à trois rotors en cinquante secondes, et d'une Enigma à quatre rotors en vingt minutes. 120 bombes américaines ont une efficacité équivalente à celle de 220 bombes de Turing-Welchman. Euphorique, Wenger se fait fort de réaliser pas moins de 336 bombes, soit le nombre d'ordres de roues possibles pour l'Enigma M4. En visite à Dayton en novembre et décembre 1942, Alan Turing reste un temps stupéfait par les merveilles de l'ingénierie américaine, puis tempère l'ardeur de Wenger, en démontrant qu'une centaine de bombes suffisent amplement. Construites en série à partir de mai 1943, les bombes américaines viennent à bout de *Shark*. En 1944, les diverses variantes d'Enigma sont régulièrement décryptées, un succès participant efficacement à

la réussite du débarquement de Normandie et à la victoire finale.

L'un des grands vainqueurs d'Enigma ne connaît toutefois jamais la fin de la Seconde Guerre mondiale. Au début de l'année 1943, Dilly Knox réunit suffisamment de forces pour descendre l'escalier de sa demeure. Rongé par son cancer, il reçoit dans son salon le « très distingué ordre de Saint-Michel et Saint-Georges », une décoration dédiée aux fonctionnaires britanniques méritants, rarement décernée. Mais dans le monde fermé de Bletchley Park, la gloire publique n'existe pas. Peu après, le 27 février 1943, Dilly Knox, le premier Britannique vainqueur d'Enigma, s'éteint dans le secret.

Pour les décodeurs polonais, auteurs des premiers succès contre Enigma, il n'est pas non plus question de gloire. Les jeunes amis ont connu en novembre 1942 leur quatrième exil forcé, chassés du « PC Cadix » dans le sud de la France par l'invasion allemande de la zone libre, après avoir déchiffré 13 000 messages en deux ans⁷⁵. Le plus jeune d'entre eux, Jerzy Różycki, est mort noyé le 9 janvier 1941 en Méditerranée, dans le naufrage mystérieux du paquebot *La Lamoricière*. Marian Rejewski et Henryk Zygalski ont réussi non sans mal à traverser les Pyrénées pour gagner l'Espagne puis l'Angleterre.

Mais les services de décryptement britanniques ont bien changé depuis 1939. Alastair Denniston a été écarté sans ménagement en février 1942, et Dilly Knox vient de mourir en février 1943. Ce sont maintenant des noms inconnus des jeunes Polonais qui font la loi à Bletchley Park : Edward Travis et Gordon Welchman. Rendus suspects après avoir passé deux ans en France occupée, et eux aussi quasiment inconnus à Bletchley Park, Rejewski et Zygalski se voient refuser d'aider les décrypteurs britanniques, et rejoignent le bataillon radio du commandement en chef polonais à Stanmore-Boxmoore, dirigé par le major Tadeusz Lisicki. Ils passent le restant de la guerre à décrypter avec succès des codes secondaires du SD et de la SS, et également quelques codes des futurs ennemis soviétiques. « Un exemple scandaleux d'utiliser des chevaux de course pour tirer des charrettes⁷⁶ », selon les mots du décodeur Stuart Milner-Barry.

Les deux mathématiciens terminent la guerre dans l'anonymat en mai 1945. Zygalski reste en Angleterre, enseignant à l'université de Surrey. Il reçoit de justesse un doctorat *honoris causa* de l'université polonaise en exil en 1977, puis meurt dans l'anonymat le plus complet l'année suivante. Rejewski rentre en Pologne dans sa ville natale de Bydgoszcz en 1946, mais se heurte à un accueil glacial, cette fois-ci de la part des communistes polonais, suspicieux quant à ses activités en Grande-Bretagne. Écarté des postes académiques, le vainqueur d'Enigma végète en entreprise, et reçoit finalement en 1978 la décoration civile *Polonia Restituta*, deux ans avant sa mort⁷⁷. À l'instar d'Alan Turing, Marian Rejewski n'obtient la reconnaissance publique qu'*a posteriori* dans les années 2000, devenant un symbole de fierté nationale dans la Pologne postcommuniste. L'auteur du « plus grand succès du renseignement dans l'histoire des conflits humains » demeure toutefois largement méconnu au Royaume-Uni et dans les autres pays européens⁷⁸.

Pour tous les autres décodeurs alliés, la capitulation de l'Allemagne nazie et du Japon signe leur part du triomphe. ULTRA et MAGIC ont probablement contribué à raccourcir la guerre, et assurément sauvé de nombreuses vies de soldats alliés. Mais, là encore, il n'est pas question de gloire. Le décryptage tombe sous le sceau de l'Official Secrets Act, prohibant toute révélation des activités des décodeurs, dans le contexte nouveau de la guerre froide. ULTRA peut encore être utile contre les Soviétiques. Bletchley Park n'a officiellement jamais existé. Dans ses Mémoires publiées à partir de 1948, Churchill ment habilement pour masquer l'existence d'ULTRA. Les informations obtenues sont uniquement le fait d'espions aussi performants qu'imaginaires, aux « yeux exercés » et dotés d'« oreilles attentives »⁷⁹.

William Friedman, l'un des grands vainqueurs des chiffres japonais, connaît un après-guerre difficile. Déjà victime d'un épuisement nerveux en 1941, Friedman s'est vu évincé de la tête du SIS, s'impliquant toutefois efficacement dans la coopération interalliée. Contrairement à Enigma, le secret de PURPLE est officiellement révélé dès 1946, sans pour autant rentrer dans les détails ni divulguer de noms. Frustré par ce relatif silence, Friedman poursuit dans les services cryptologiques américains après guerre, devenant l'un des chefs de la nouvelle National Security Agency. Il est victime cependant d'un second épuisement nerveux en 1950 sous la pression de ses responsabilités écrasantes. William Friedman se retire en 1956 et s'éteint en 1969 sans avoir connu la reconnaissance populaire⁸⁰.

En 1973, Gustave Bertrand brise le secret d'ULTRA en publiant *Enigma ou le plus grand secret de la guerre*. Fort mal écrit, l'ouvrage ne suscite aucun écho. En revanche, l'année suivante, *The Ultra Secret* de Frederick Winterbotham rencontre un vaste succès. Bien que peu documenté par un officier britannique guère informé sur ULTRA, l'ouvrage en popularise toutefois l'existence. Désormais septuagénaire, Gordon Welchman en profite pour rompre le silence à son tour. Après avoir passé une discrète carrière dans des entreprises privées d'informatique, le génie de Bletchley Park dévoile en détail ses travaux en 1982 dans *The Hut Six Story*, trois ans avant sa disparition. Comme évoqué précédemment, Welchman y rend hommage aux mathématiciens polonais dont il découvre de justesse l'existence, et qui ont donné aux décodeurs britanniques « le plein avantage de leur brillant travail sur Enigma⁸¹ ».

La stratégie de l'échec

Avec les scientifiques les plus performants au monde, des universités aussi réputées en mathématiques que Göttingen et Berlin, et des réalisations techniques avant-gardistes, il serait logique d'attendre de la part des décodeurs allemands durant la Seconde Guerre mondiale des succès au moins comparables à ceux de leurs homologues polonais, britanniques et américains.

C'est pourtant (très) loin d'être le cas. La cryptologie allemande n'obtient que de maigres résultats en cryptanalyse, sans comparaison avec Bletchley Park, tout en échouant complètement en cryptographie, avec la plupart de ses chiffres vaincus par les Alliés. Déjà sévèrement handicapée par la fuite des cerveaux dans les années 1930, la recherche scientifique allemande se heurte décisivement durant le conflit à une autre conséquence néfaste du nazisme : l'administration.

Au cours de l'été 1944, le général Dwight Eisenhower reçoit un ordre spécial de son supérieur direct à Washington, George C. Marshall, chef d'état-major général de l'armée américaine. Le chef des forces alliées en Europe est chargé de mettre sur pied une unité de renseignement ultrasecrète, baptisée Target Intelligence Committee (TICOM). Composé principalement de décodeurs de Bletchley Park, ce TICOM est chargé de suivre la progression des troupes alliées en Allemagne, et de mettre la main sur tout ce qui concerne la cryptologie allemande, matériels, documents et personnels. Et si possible, avant leur destruction par les troupes allemandes, ou pire, leur capture par l'Armée rouge. Les décodeurs opèrent à proximité immédiate du front, tout en étant dans le secret d'ULTRA – chose pourtant formellement interdite, ce qui en dit long sur l'importance de leur mission. La sécurité est assurée par des détachements d'une force d'élite, les commandos des Royal Marines⁸².

Ratissant l'Allemagne détruite du nord au sud, les membres du TICOM accumulent les découvertes, archives et machines à crypter peu ou pas connues, et également les prisonniers. La chance sourit parfois aux décodeurs, comme en juillet 1945, lorsqu'une caisse de documents secrets est repêchée par hasard du lac de Schliersee dans les Alpes bavaroises, en cherchant le corps d'un soldat américain noyé. Au total, 4 000 documents sont capturés, représentant 5 tonnes d'archives, de quoi pour la commission TICOM produire pas moins de 196 rapports à partir de mai 1946⁸³. Des analyses jugées suffisamment sensibles pour ne les rendre publiques qu'à la fin des années 2000⁸⁴.

Parmi les prisonniers du TICOM figure le chef des services de cryptologie de l'OKW depuis l'été 1943, le colonel Hugo Kettler. Décrit comme un officier « alerte et intelligent », Kettler se montre prêt à collaborer avec les décodeurs alliés⁸⁵. Ceux-ci finissent par laborieusement reconstituer l'ensemble des structures cryptologiques ennemies, dont ils ne possédaient qu'une idée vague, et incomplète. Ils découvrent avec stupeur l'enchevêtrement invraisemblable des différents services. La cryptologie allemande est soumise aux lois habituelles de l'administration nazie, qui défie l'entendement, comme évoqué précédemment avec la recherche atomique. Ainsi près d'une dizaine de structures possèdent leurs propres services cryptologiques, dont six principaux sont étudiés par le TICOM. Les quatre premiers sont militaires, les deux derniers sont civils :

– Haut-commandement de l'armée de terre : OKH/GdNA (*Oberkommando des Heeres/General der Nachrichten Aufklaerung*) ;

- Haut-commandement de la marine : B-Dienst (*Beobachtungsdienst*) ;
- Haut-commandement de l'armée de l'air : OKL/Chi Stelle (*Oberkommando der Luftwaffe/Chiffrierstelle*) ;
- Haut-commandement de la Wehrmacht : OKW/Chi (*Oberkommando der Wehrmacht Chiffrierabteilung*) ;
- Ministère des Affaires étrangères : Pers ZS (*Personalabteilung des Auswärtigen Amtes*) ;
- « Bureau de recherche de Goering » : FA (*Forschungsamt*)⁸⁶.

L'ensemble de ces structures de cryptologie, auquel il conviendrait encore de rajouter celles des services de renseignement de la Wehrmacht (*Abwehr*) et de la SS (*Sicherheitsdienst* – SD), regroupe un total de 36 000 employés, soit largement moins que Britanniques et Américains confondus (60 000)⁸⁷. En théorie, tous sont chargés d'élaborer et de décoder les chiffres correspondant à leur spécialité, sous l'égide suprême mais toute théorique de l'OKW/Chi. Mais dans les faits tout le monde tente de tout déchiffrer chacun de son côté, avec une dispersion extrême des moyens, et des résultats prévisibles. Car tous ces services échangent au mieux des informations, sinon s'observent en chiens de faïence, ou au pire se concurrencent directement. Il n'existe aucune centralisation rationnelle comparable à Bletchley Park pour les Britanniques.

Le seul profiteur de ce capharnaüm épouvantable est Hitler en personne, qui se sert de la division pour mieux régner. Et le dictateur nazi atteint parfaitement son but au détriment de l'efficacité. Les hommes du TICOM ont bien du mal à retracer l'histoire de la cryptologie militaire allemande. L'OKW/Chi, censé chapeauter tous les services mais « n'en contrôlant aucune activité », est contraint de se rabattre sur les chiffres diplomatiques, dépendant pourtant en théorie du Pers ZS⁸⁸. Si les relations entre l'OKW/Chi et l'OKH/GdNA sont plutôt correctes, les échanges avec l'OKL/Chi Stelle se révèlent houleux. Son chef, le lieutenant-colonel Friedrich, déclare ainsi aux enquêteurs du TICOM que ses cryptanalystes « n'ont rien obtenu de l'OKW », excepté des informations sans intérêt, au point pour Friedrich d'« arrêter de les lire »⁸⁹. Les relations sont toutefois bien pires entre l'OKW/Chi et le tout-puissant FA. À l'origine service d'écoute fondé en 1933, le FA espionne tout le monde à travers l'Europe et surtout en Allemagne, ne répondant qu'à son maître, Hermann Goering. Ce dernier, dont dépend aussi l'OKL/Chi Stelle de la Luftwaffe, s'en sert abondamment pour surveiller ses rivaux. Le TICOM présente le FA comme « une organisation du Parti [nazi] dont les activités dédoublent presque totalement celles de l'OKW/Chi⁹⁰ ». Loin de collaborer avec les autres services cryptologiques, le désir vibrant du FA est au contraire d'absorber l'OKW/Chi, objectif près de se matérialiser après l'attentat contre Hitler le 20 juillet 1944. À cette date, les services cryptologiques allemands sont bouleversés, si besoin était, par la participation au complot de nombre de ses chefs, dont pour l'OKW/Chi le général Erich Fellgiebel et son adjoint, le général Fritz Thiele – exécutés par la suite. Hitler

finit en novembre 1944 par enfin redonner un semblant d'autorité à l'OKW/Chi, toutefois bien trop tardivement pour obtenir une quelconque efficacité.

Dans cette effarante jungle nazie pataugent de nombreux mathématiciens, parfois de renom, affectés dans les différents services concurrents. Le responsable théorique de ces scientifiques au service de la Wehrmacht est le docteur Erich Hüttenhain (1905-1990), chef de la section cryptanalytique de l'OKW/Chi. Docteur de l'université de Münster en mathématiques et astronomie en 1933, Hüttenhain est passionné par la civilisation des Mayas, dont il s'inspire pour créer un système cryptographique original. Ce système fait son chemin jusqu'à l'OKW/Chi de Wilhelm Fenner, qui le recrute en 1937. Fenner, ingénieur de formation et père de la cryptologie militaire allemande dans l'entre-deux-guerres, a réussi au cours des années 1920 et 1930 à professionnaliser ce domaine particulier. Il assiste impuissant à l'émiettement de la cryptologie entre services rivaux à partir de 1933, luttant pour maintenir une marge d'autonomie à son OKW/Chi⁹¹.

Hüttenhain organise personnellement la section de cryptanalyse de l'OKW/Chi, supervisant des cours de cryptologie et recrutant ses nouveaux membres. Sur le même modèle des universitaires britanniques à Bletchley Park (dont il ignore tout), Hüttenhain utilise son réseau académique pour construire sa section :

Huettenhain [*sic*] s'est de toute évidence servi à son avantage de ses relations dans les cercles mathématiques allemands. Il a introduit dans l'organisation cinq mathématiciens, les professeurs Aumann, Witt, Franz, Weber et Schultz, ainsi qu'un physicien intéressé par les mathématiques, le Dr Aigner⁹². Ces hommes sont restés dans l'organisation jusqu'à la fin, formant la colonne vertébrale de son travail cryptologique, aussi bien dans l'attaque des systèmes ennemis que dans l'étude de sa sécurité⁹³.

Cette prestigieuse section cryptanalytique fondée sur l'analyse mathématique se voit assigner deux objectifs : venir à bout des chiffres les plus complexes utilisés par les nations ennemies et neutres, et dans le même temps tester la sécurité des propres services de cryptographie allemands, et si besoin leur donner des conseils. Hüttenhain est assisté par un autre astronome, docteur de l'université de Heidelberg. Walter Fricke (1915-1988) est présenté par les enquêteurs du TICOM comme « un mathématicien assez distingué, spécialiste des chiffres de l'armée allemande⁹⁴ ». Hüttenhain et Fricke collaborent étroitement pour remplir leurs deux missions durant la guerre. Et tous deux échouent remarquablement dans leur deuxième tâche, s'assurer de la sécurité d'Enigma et des autres machines à crypter. Le constat des décodeurs du TICOM, pour le moins passés maîtres dans l'art de la cryptanalyse à Bletchley Park, est sans appel :

Les cryptographes militaires allemands n'ont jamais réalisé que leur Enigma et leurs téléscripteurs cryptographiques n'étaient pas sûrs⁹⁵. Et ceci parce qu'ils n'étaient pas capables, dans leurs études de sécurité, de mettre en œuvre le pénible effort pratique

exigé pour leur déchiffrement. Leurs études de sécurité étaient uniquement théoriques [...]. Ils ignoraient complètement à quel point pouvait être couronnée de succès l'inspection soignée et déterminée de l'analyse de trafic [...]. Et ils n'étaient pas suffisamment expérimentés en cryptanalyse appliquée pour réaliser que des équipes d'ingénieurs motivées étaient capables de produire des solutions comme la « Bombe » polonaise ou le « Colossus » britannique. Les flashes d'intuition et d'inspiration, aussi bien dans la pratique que dans la théorie, leur échappaient⁹⁶.

De fait, les efforts cryptanalytiques du groupe dirigé par Hüttenhain manquent quelque peu de mordant. La section directement affectée à ces travaux est dirigée par un autre mathématicien, moins célèbre que ses confrères, Karl Stein (1913-2000). Docteur de l'université de Münster, Stein s'attelle à tester les machines de Lorenz et les Siemens & Halske, laissant Enigma aux autres membres de sa sous-section – réduite à quatre membres⁹⁷. Fait surprenant, la sécurité d'Enigma est confiée au plus jeune membre de l'ensemble de l'OKW/Chi, Gisbert Hasenjaeger (1919-2006). Hasenjaeger est en 1939 encore loin d'être le célèbre logicien qu'il deviendra dans les années 1960 à l'université de Bonn ; il n'est pas même docteur, n'obtenant son diplôme qu'en 1950. Engagé dans la Wehrmacht et sévèrement blessé le 2 janvier 1942 sur le front Est, Hasenjaeger trouve le confort sécuritaire de l'OKW/Chi grâce à l'une de ses relations déjà affectée à ce service, le mathématicien de renom Heinrich Scholz. Tout juste âgé de 24 ans, Gisbert Hasenjaeger devient le plus jeune membre de l'équipe d'Hüttenhain⁹⁸. Le convalescent est pourtant chargé de décrypter la fameuse Enigma dans sa version commerciale (sans tableau de connexion), destinée à la vente aux pays alliés et neutres. Intelligent et habile, le jeune homme réussit à retrouver le marquage et les positions des trois différents rotors, sans pour autant noter les autres faiblesses de la machine. Tout à fait ignorants des succès des décodeurs alliés, les cryptanalystes allemands considèrent cependant les autres versions militaires et surtout l'Enigma navale comme indéchiffrables. Malgré quelques faiblesses techniques, et aussi quelques alarmes provoquées par les disparitions mystérieuses de sous-marins allemands contenant ces machines (et pourtant bel et bien capturées par les Alliés), les scientifiques allemands maintiennent leur verdict jusqu'à la fin de la guerre. De quoi provoquer l'étonnement des membres du TICOM, qui s'attachent à trouver des explications :

Dans son jugement final sur Enigma, Huettenhain trahit une certaine réserve académique, et, serait-on tenté de dire, une certaine suffisance, qui ont pu constituer son principal défaut en tant que cryptographe. Des tests mathématiques standards ont été appliqués aux machines, de même que les règles en vigueur reposaient sur la base de ces tests. La possibilité d'autres attaques ne provenant pas de procédures mathématiques classiques mais fondées sur de nouvelles découvertes ne semble jamais avoir été prise en compte. Outre cette attitude académique, Huettenhain et les autres cryptographes ont fait preuve d'un curieux manque d'intérêt pour découvrir l'ampleur réelle des efforts cryptanalytiques alliés contre les systèmes allemands [...]. Ils ne connaissaient rien des cryptanalystes anglais. « Les Anglais sont bien sûr notoirement stupides »⁹⁹.

Si « stupide » soit-il, le décodeur anglais Dilly Knox a pourtant bel et bien décodé la machine Enigma depuis 1937, sans même parler du Polonais Marian Rejewski (1932). Erich Hüttenhain considère toutefois dès 1938 les machines de Lorenz et de Siemens comme beaucoup moins sûres qu'Enigma. Ses conseils judicieux pour modifier les rotors sont ignorés par les firmes allemandes, pour d'aberrantes raisons de facilité de production, au grand bonheur des décodeurs alliés¹⁰⁰.

Si les cryptologues allemands ne brillent pas spécialement pour déchiffrer leurs propres machines, ils n'obtiennent guère plus de succès pour venir à bout des chiffres alliés, à la notable exception du B-Dienst (marine). Le matériel utilisé pour la cryptanalyse repose principalement sur des machines IBM, loin de l'efficacité d'une bombe de Turing. Les machines équivalentes à Enigma (« Type-X » pour les Britanniques, « SIGABA » pour les Américains) sont attaquées sans grande conviction, et les efforts rapidement abandonnés. Les seuls résultats probants des décrypteurs de l'OKW/Chi sont obtenus contre des chiffres d'importance moindre. Non sans ironie, les mathématiciens allemands viennent à bout d'une partie des chiffres du gouvernement polonais en exil à Londres à la fin de 1942 ou au début de 1943, soit tout juste dix ans après le succès historique de Marian Rejewski. Cette réussite prend une relative importance dans le cadre du débarquement de Normandie, comme le note le TICOM : « L'ensemble du trafic radio provenant d'Angleterre fut interdit, mais les messages envoyés par les agents polonais à Londres continuèrent et furent interceptés. » Les autres succès de l'OKW/Chi se déroulent principalement contre les chiffres diplomatiques français, avec en 1940 la facilité déconcertante pour lire les messages de l'ambassadeur André François-Poncet, puis par la suite contre les chiffres américains. Le déchiffrement des envois de l'attaché militaire américain au Caire s'avère ainsi pendant quelque temps bénéfique à la campagne africaine du général Rommel, qui vient toutefois se briser sur El-Alamein en novembre 1942¹⁰¹.

L'OKH/GdNA obtient lui aussi quelques réussites, sans jamais parvenir à s'introduire dans les hautes sphères stratégiques des communications alliées. Le chef de la section mathématiques de l'OKH/GdNA est Hans Pietsch, docteur de l'université de Berlin. Un code du ministère de la Guerre britannique est notamment brisé entre 1941 et 1943, ainsi que différents codes soviétiques. Les mathématiciens de Pietsch parviennent également à « casser » plusieurs dérivés des machines suédoises de type Hagelin, dont la M-209 américaine et la C-36 utilisée par les Français libres à Londres. L'OKH/GdNA est ainsi en mesure de déchiffrer une partie des messages du général de Gaulle, et de lire pendant une semaine les communications des parachutistes américains en Normandie peu après le 6 juin 1944¹⁰².

La seule réussite sérieuse de la cryptanalyse militaire allemande, de nature à inquiéter les Alliés, appartient au B-Dienst. Fondé au cours de la

Première Guerre mondiale, le service cryptologique de la marine allemande dispose d'une puissante expérience en 1939. Son éminence grise est Wilhelm Tranow (dates inconnues), qui ne possède pourtant aucune formation scientifique ni titres universitaires prestigieux, à l'inverse des mathématiciens de l'OKW/Chi. Simple marin durant la Grande Guerre, Tranow obtient de spectaculaires succès contre la marine britannique grâce à son habileté hors norme. Il est l'un des six employés du B-Dienst à survivre aux restrictions budgétaires d'après guerre, et prend la tête de la section anglaise. À la fin des années 1930, Tranow, brillant administrateur, multipliant les conférences d'état-major, s'est imposé comme le meilleur expert naval en cryptanalyse¹⁰³.

Dans les premiers mois de la Seconde Guerre mondiale, Wilhelm Tranow obtient de nouveau de spectaculaires succès contre la Royal Navy, perçant notamment son chiffre administratif et celui de la marine marchande. Cette ingérence dans les secrets britanniques provoque de sérieuses conséquences dans les convois vitaux à destination de la Grande-Bretagne et de l'URSS. Les sous-marins allemands peuvent anticiper les routes des vaisseaux alliés, et provoquer à l'occasion des hécatombes. Les Britanniques finissent par éventer le drame ironiquement grâce aux décodeurs de Bletchley Park, qui à leur tour mettent en lumière les succès du B-Dienst. Un rapport secret tire la sonnette d'alarme en juillet 1942 :

Au cours des deux premières années de la guerre, il n'y avait pas ou peu d'évidences que l'ennemi obtenait des réussites quelconques contre les chiffres et les codes britanniques [...]. Vers la fin de 1941, toutefois, il devint apparent que l'intérêt des Allemands pour le trafic radio britannique croissait [...] et que des succès étaient en cours de réalisation¹⁰⁴.

La crainte de voir le B-Dienst découvrir les mystères de Bletchley Park ne se matérialise toutefois jamais. Le secret d'ULTRA est tel que fort peu d'officiers de la Royal Navy en sont initiés. Par ailleurs, les informations issues du déchiffrement sont toujours transmises de manière évasive, souvent en prétextant d'autres sources sans rapport avec ULTRA. Les Allemands finissent par considérer ces constats comme une nouvelle preuve de la sécurité d'Enigma. Les spectaculaires succès des Alliés contre les sous-marins sont placés sur le compte de la seule et classique radiogoniométrie¹⁰⁵. Par ailleurs, les succès du B-Dienst se tarissent au début de 1943, lorsque la Royal Navy prend enfin conscience de la nécessité d'agir. De nouveaux chiffres sont utilisés, cette fois-ci inviolés jusqu'à la fin de la guerre.

Après son interrogatoire par ses vainqueurs du TICOM en 1945, Erich Hüttenhaim n'est pas inquiété pour sa participation à l'effort de guerre nazi. Il poursuit au contraire ses activités cryptologiques au sein de la *Gehlen Org* en 1947 (« organisation Gehlen »), une structure de renseignement mise en place par les Américains officieusement contre les Soviétiques, et composée d'anciens membres des services de renseignement de l'armée allemande¹⁰⁶. Wilhelm Tranow passe lui aussi entre les mains du TICOM en 1945. Mais le

destin du meilleur cryptanalyste de l'armée allemande, à bien des égards comparable à son homologue britannique John Tiltman, se perd étrangement dans l'après-guerre, et demeure largement inconnu à ce jour.

Le destin d'un autre Allemand étroitement lié à Enigma demeure lui aussi longtemps mystérieux. Celui de Hans-Thilo Schmidt, l'agent double traître à son pays, l'homme qui se rêvait espion, et par qui tout avait commencé en 1931 avec les livraisons de documents secrets à Gustave Bertrand. Le 27 février 1943, le jour même de la mort de Dilly Knox, la Gestapo s'empare d'un vieil homme à Saillagousse, au pied des Pyrénées. Il s'agit de Rodolphe Lemoine, l'Allemand passé au service de la France et de Bertrand, officier traitant au début des années 1930 de Hans-Thilo Schmidt. Désormais sénile, Lemoine se découvre une tardive carrière d'agent triple, en changeant une nouvelle fois d'allégeance. Il collabore avec la Gestapo et dénonce son ancien partenaire. Schmidt est arrêté le 23 mars 1943. Le 11 avril, son brillant frère Rudolf Schmidt est relevé de son commandement à la tête de la 2^e armée blindée sur le front de l'Est, sur l'ordre direct de Hitler. Toujours aussi paranoïaque, le dictateur nazi se prive de l'un de ses meilleurs généraux de panzer – qui ignorait tout de la trahison de son frère. L'interrogatoire de Schmidt ne semble pas éveiller de suspicion quant à la sécurité d'Enigma, les faits remontant aux années 1930 avec des versions obsolètes de la machine. La fille de l'agent double, Gisela Schmidt, se rend au QG de la Gestapo de Berlin, où son père, amaigri mais apparemment non torturé, lui remet un gilet avec des instructions cachées à l'intérieur. Il souhaite des doses de cyanure, que Gisela lui transmet effectivement ; celles-ci sont toutefois interceptées¹⁰⁷.

La suite est incertaine ; le frère de Gisela essaie lui aussi de transmettre du poison, semble-t-il avec succès, puisque Schmidt se suicide le 19 septembre 1943 – éventuellement avec l'assentiment des nazis pour se débarrasser d'un encombrant personnage. L'espion de Bertrand est discrètement inhumé près de Berlin dans une tombe familiale, sans nom. Charlotte Schmidt, la compagne du traître, elle-même trompée par son volage mari sous son propre toit et désormais étroitement surveillée par la Gestapo, tente de s'ouvrir les veines mais est sauvée par sa fille Gisela. Mais l'ironie du sort s'acharne jusqu'au bout sur la malheureuse. Réfugiée à Vienne, elle s'y cache comme toutes les Allemandes en avril 1945 lors de l'irruption des Soviétiques dans la capitale, ivres de vengeance. Elle est une nouvelle fois trahie, cette fois par un Viennois en échange d'un paquet de cigarettes. Traînée dans la rue, violée, Charlotte Schmidt finit par se délivrer de sa vie infernale broyée par Enigma, comme son mari, en avalant du poison¹⁰⁸.

XI

La naissance de l'informatique

« Pourquoi m'ont-ils choisi ? Je pense que la raison était liée au fait que j'avais acquis la réputation de résoudre les énigmes. »

William Thomas Tutte¹.

Juin 1944. Les sous-sols de Bletchley Park résonnent d'un mystérieux vacarme, produit par un gigantesque monstre métallique. De manière régulière, un claquement sec vient dominer le bruit de fond continu, comme si l'étrange appareil possédait un cœur. Et justement, sa raison d'être est de se substituer à un être humain, de penser comme lui, mais plus efficacement et plus rapidement. Cet objet informe n'est pas aisé à décrire ; il ne ressemble à rien – en tout cas rien de connu. Sur ses parois verticales moutonnent d'innombrables boutons et des petites lumières clignotantes. Un système étrange de courroies ronronne dans un coin, simplement maintenues par une armature les laissant apparentes. Ce vaste ensemble a été baptisé « Colossus » par les décodeurs britanniques. Comme pour la bombe de Turing-Welchman, l'objectif est de venir à bout d'une machine à crypter allemande, différente d'Enigma. Mais entre la bombe et le Colossus, il y a un monde. Et ce monde nouveau, c'est l'informatique.

Les poissons de Hitler

Même si l'invincibilité d'Enigma ne semble jamais avoir été vraiment remise en question par les Allemands, les multiples alertes et enquêtes de sécurité subséquentes n'ont pas manqué de laisser planer l'ombre d'un doute tout au long de la guerre. Et pour une personnalité aussi paranoïaque qu'Adolf

Hitler, c'est plus qu'il n'en faut pour se passer des services d'Enigma. De manière globale, le dictateur se méfie de tout le monde, souvent à tort et parfois à raison, à commencer par ses généraux. Pour communiquer avec ces derniers, l'idéal est encore de les convoquer en personne dans l'un des quartiers généraux du Führer, en Allemagne et à travers l'Europe occupée. Car même dans les dernières années de sa vie, Hitler n'a rien perdu de son éloquence magnétique. Nombre d'officiers supérieurs, arrivés démoralisés par la situation au front, repartent mystifiés par les propos du dirigeant nazi, et (brièvement) ragaillardis. Mais ces visites éclairs sont pour le moins peu pratiques, d'autant plus que Hitler interdit à ses généraux de prendre l'avion, du fait de la suprématie aérienne alliée écrasante à partir de 1944. Le plus simple reste encore la communication à distance à l'aide de nouvelles machines électromécaniques, théoriquement plus sûres qu'Enigma.

Au début de 1941, les Allemands disposent de la machine de Lorenz SZ 40 *Schlüsselzusatz*, qui diffère considérablement d'Enigma. Beaucoup plus imposante (près d'un demi-mètre de hauteur, largeur et longueur), elle n'est pas destinée à être aisément emportée sur le terrain des opérations, mais demeure dans les salles de commandement des différents groupes d'armées en Europe occupée. La Lorenz SZ 40 est composée d'un téléscripteur servant à taper et recevoir les messages, couplée avec une machine à crypter et à décrypter. Les téléscripteurs n'ont alors rien de mystérieux, connus depuis de nombreuses années, et sont tout aussi bien opérés par les Alliés. Ils n'utilisent pas le code morse (contrairement à la machine Enigma) mais un code binaire (composés de « 0 » et « 1 »), dénommé code Baudot-Murray. Seule la machine électromécanique vient crypter le message, grâce à un système de chiffrement hautement sophistiqué : au lieu des trois ou quatre rotors présents sur les machines Enigma, ce ne sont pas moins de douze roues qui permettent le cryptage².

Le mode de fonctionnement de la machine de Lorenz s'avère beaucoup plus simple qu'Enigma pour les opérateurs allemands, et, théoriquement, plus sûr. Pour envoyer un message, l'utilisateur peut choisir entre un mode manuel, en tapant simplement sur le clavier, ou un mode automatique. Dans ce dernier exemple, le message peut être préenregistré sur une bande frappée des caractères binaires du code Baudot-Murray, et introduite dans le téléscripteur. Dans les deux cas, ce dernier transmet le message en code Baudot-Murray à la machine couplée, qui vient l'encrypter à l'aide de ses douze roues selon une clé spécifique, puis le message est envoyé par liaison radio. Celui-ci est capté par une autre Lorenz SZ 40, qui vient déchiffrer selon la même clé et transmettre le résultat au téléscripteur en code Baudot-Murray. Le message apparaît finalement en clair, sans que l'opérateur n'ait eu à intervenir. La machine de Lorenz SZ 40, exclusivement destinée aux communications entre le Haut Quartier général de Hitler et ses généraux de groupes d'armées, entre en service en 1941, avant d'être remplacée par une version évoluée en 1942, dénommée Lorenz SZ 42.

En juin 1941, les Britanniques interceptent pour la première fois un message différent des envois d'Enigma, ne ressemblant à rien de connu jusqu'ici chez l'ennemi. La machine de Lorenz SZ 40 vient de faire son apparition. Contrairement à Enigma, les décodeurs de Bletchley Park ne disposent d'aucun de ces appareils et n'ont pas la moindre idée de ses caractéristiques. Ils découvrent toutefois, grâce aux décodages d'Enigma, que les Allemands utilisent le nom de code *Sägefisch* (« poisson-scie ») pour évoquer les communications cryptées par la machine de Lorenz. Une trouvaille suffisante pour stimuler l'imagination débordante des décodeurs britanniques, qui baptisent leur nouvelle cible *Tunny* (« Thon »). Ils observent également que *Tunny* n'émet uniquement qu'entre Berlin et Thessalonique, en Grèce occupée. Les émissions se poursuivent jusqu'en juin 1942, puis cessent mystérieusement. *Tunny* réapparaît à la fin du mois, mais cette fois-ci à l'échelle européenne, formant un réseau tentaculaire de communications entre les capitales et les grandes villes, avec Berlin pour centre nerveux. Jamais à court d'idées, les décodeurs passent en revue leurs connaissances piscicoles pour dénommer chaque ramification de *Tunny*, avec par exemple :

Berlin-Paris : *Jellyfish* (« Méduse »)

Berlin-La Roche-Guyon³ : *Grilse* (« Jeune saumon »)

Berlin-Rome : *Bream* (« Brème »)

Berlin-Copenhague : *Turbot* (« Turbot »)

Le réseau *Tunny* porte dans les pays les plus reculés de l'empire nazi, de la Norvège à la Tunisie, en passant par la Biélorussie et l'Ukraine du Sud. Au total, en juin 1944 les Britanniques ont identifié pas moins de 26 des poissons de Hitler⁴. L'intérêt de ces messages apparaît tout de suite évident, puisque émanant du Führer en personne. Parvenir à les décrypter reviendrait pour les Alliés à accéder directement aux plans de haute stratégie de leurs ennemis, comme s'ils se trouvaient eux-mêmes dans les salles d'état-major nazies.

Si complexe soit-elle, *Tunny* n'est pas immune aux attaques cryptanalytiques. De façon quelque peu surprenante, avant même le déclenchement des hostilités, la machine n'était pas jugée totalement sûre par les Allemands eux-mêmes. Le mathématicien Erich Hüttenhain, responsable du département du Chiffre au sein de l'OKW (OKW/Chi), s'était prononcé avant guerre sur le niveau de sécurité de la T52, selon lui « extrêmement bas⁵ ». De fait, bien qu'étant largement autonome dans son fonctionnement, la machine de Lorenz reste manœuvrée par des opérateurs. Et, comme pour Enigma, l'erreur demeure fatalement humaine. Dès le mois d'août 1941, quelques semaines après son entrée en service, les Britanniques confirment l'avertissement de Hüttenhain en « cassant » *Tunny* sans machine, et cette fois-ci sans l'aide avant-gardiste des Polonais.

L'exploit provient de nouveau de John Tiltman, le responsable de la section militaire de Bletchley Park. Toujours aussi dénué de toute formation universitaire mais doté de son exceptionnelle habileté, Tiltman exploite une colossale erreur d'un opérateur allemand le 30 août 1941. Il repère un

message séparé en deux envois, chose courante, mais chiffré avec la même clé, en l'occurrence HQIBPEXEMUG (une lettre pour les douze rotors). Il s'avère par ailleurs que le deuxième message répète le premier, en corrigeant des erreurs initiales. Il s'agit là de la pire bétise à commettre avec une machine de Lorenz, pourtant sévèrement proscrite dans la formation des opérateurs allemands. En tant que représentant de la vieille école des décodeurs, Tiltman réussit à décrypter son message à l'ancienne ; avec du papier et un crayon, mâtinés de logique et de patience. En plus d'une vingtaine d'années de métier, l'ancien combattant des Flandres est venu à bout des chiffres afghans, turcs, russes, allemands et japonais. Il s'est par ailleurs révélé être un excellent administrateur, organisant les cours de recrutement de jeunes cerveaux, et prompt à saisir tout l'intérêt des innovations apportées par Gordon Welchman. Présent partout où son expertise était demandée, de Londres à Paris en passant par Washington et Hong Kong, Tiltman fut de même un artisan essentiel dans la coopération interalliée contre les chiffres de l'Axe. Pour ses réalisations avant et pendant la Seconde Guerre mondiale, l'homme figure au même rang que ses pairs universitaires, Gordon Welchman, Dilly Knox et Alan Turing.

Les messages déchiffrés par John Tiltman n'ont en eux-mêmes rien de particulièrement intéressant au point de vue du renseignement militaire, mais ils offrent sur le plan cryptanalytique une clé de 4 000 caractères⁶. En théorie, ce décryptage suffit à fournir les caractéristiques des rotors de la Lorenz et le fonctionnement de la machine, que les Britanniques n'ont jamais vue – et ne verront jamais jusqu'à la fin de la guerre. Mais cette fois-ci, le niveau est trop haut pour Tiltman. Après trois mois d'échecs, le décodeur passe la main. Il faut se résoudre au pire pour la mentalité encore bien anglaise régnant à Bletchley Park : demander l'aide d'un mathématicien de formation, voire, pire, d'un ingénieur.

Heureusement pour les Britanniques, ce ne sont pas les jeunes talents qui manquent à Bletchley Park. William Thomas Tutte (1917-2002), 24 ans, vient justement d'arriver dans l'antre des décodeurs. Né dans une famille modeste du Suffolk, d'un père jardinier et d'une mère cuisinière, William Thomas Tutte se montre très vite doué d'une intelligence supérieure. Il obtient dès l'âge de 11 ans une bourse d'études à la prestigieuse Cambridge and County Day School. Le jeune garçon brille dans ses études, se passionnant plus particulièrement pour la chimie. Tutte est admis en 1935 au Trinity College de Cambridge en sciences naturelles, avec la chimie comme matière principale. Il est diplômé en 1938 avec comme toujours d'excellents résultats, et continue dans la recherche, publiant rapidement en 1939 ses premiers résultats⁷.

Mais ce sont toutefois les mathématiques qui permettent à William T. Tutte de se faire connaître dans les années 1930. En parallèle à ses études de chimie, le jeune étudiant appartient à la Trinity Mathematical Society, qui réunit les meilleurs mathématiciens de l'université. Avec trois camarades, Tutte publie à partir de 1935 une série de travaux mathématiques sous le

pseudonyme de « Blanche Descartes », dont plusieurs théorèmes sur un célèbre problème alors en vogue, la quadrature du cercle. Les quatre étudiants publient une nouvelle fois en 1940 dans le *Duke Mathematical Journal*, mais cette fois-ci sous leur vrai nom. Les compétences en mathématiques de Tutte sont repérées par son directeur de recherches, informé de l'existence de Bletchley Park⁸. Résoudre des énigmes, c'est la qualité première attendue dans le repaire secret des décodeurs. Une nouvelle fois, le réseau de connaissances fonctionne à plein dans le recrutement des décodeurs. William T. Tutte marche dans les pas de Gordon Welchman, John Herivel et bien d'autres universitaires de Cambridge et d'Oxford.

William T. Tutte suit de prime abord les cours d'une école de cryptologie à Londres, excellent à venir à bout de codes utilisés durant la Première Guerre mondiale, puis fait à son tour connaissance avec l'univers bien particulier de Bletchley Park :

Mes performances à l'école furent semble-t-il jugées satisfaisantes, et je fus recruté à Bletchley Park avec le statut d'assistant temporaire. J'étais membre d'un petit groupe appelé la Section de Recherche. [...] J'ai remarqué que les différences entre les grades militaires ne semblaient d'aucune importance dans la Section de Recherche. Certaines des personnes présentes étaient membres des forces armées et d'autres, comme moi, étaient des civils. Nous étions mélangés ensemble dans la Section de manière homogène⁹.

Tutte acquiert initialement de l'expérience sur une machine commerciale d'origine suédoise utilisée par la marine italienne, puis les choses sérieuses commencent en octobre 1941. À ce moment-là, John Tiltman vient de jeter l'éponge pour reconstituer le fonctionnement interne de *Tunny*. William T. Tutte se consacre immédiatement à ce nouveau défi, en reprenant les travaux de Tiltman. Et le jeune homme réussit l'impossible : à partir de simples messages, et avec l'aide de sa section de recherche, il détermine en quelques mois la structure des roues de la machine de Lorenz, et les connexions électriques entre elles. Les premiers messages sont lus en juin 1942. De juillet à octobre 1942, ils sont quasiment tous déchiffrés. Mais, en octobre 1942, les Allemands, probablement suspicieux quant à la sécurité des clés à douze lettres, changent de système. Un seul numéro en début de message est désormais indiqué comme clé, correspondant à une entrée dans un livre de codes fourni au préalable aux opérateurs. Tutte réussit alors son second coup de génie, qui cette fois l'immortalise dans l'histoire de la cryptanalyse. Développée en novembre 1942 et baptisée « *1 + 2 break in* », la très complexe méthode de Tutte repose sur des algorithmes et calculs statistiques visant à retrouver de manière infaillible les positions initiales des roues de la machine de Lorenz, à l'origine de chaque message. La méthode est testée manuellement dans son principe, afin de valider sa faisabilité logique et théorique. Le « *1 + 2 break in* » se révèle bel et bien logique, mais sa réalisation pratique s'avère impossible. Il faudrait pour cela tester plusieurs

millions de possibilités et réaliser des calculs statistiques pour chaque message, alors qu'à la fin de 1942 *Tunny* produit plusieurs centaines de textes cryptés par jour, tous potentiellement dignes d'intérêt¹⁰.

Les décodeurs britanniques se heurtent plusieurs années plus tard aux mêmes problèmes rencontrés avant guerre par leurs homologues polonais, Marian Rejewski et Henryk Zygalski. Géniales en théorie, leurs idées sont impraticables dans les faits. Tout comme Rejewski avait conçu sa *bomba* pour matérialiser son illumination, la méthode de Tutte a besoin de sa propre machine – autrement plus puissante que la *bomba* de Rejewski et la bombe de Turing-Welchman. La réalisation de cette machine révolutionnaire n'appartient toutefois pas à Tutte, mais à d'autres brillants esprits fourmillant dans les bâtiments discrets de Bletchley Park.

Le vainqueur de la machine de Lorenz poursuit après guerre une brillante carrière universitaire, accumulant les découvertes scientifiques qui font de lui un homme célèbre dans le milieu académique. Particulièrement modeste, décrit comme « un homme très timide et d'un tempérament placide » par ses pairs, William T. Tutte ne s'enorgueillit jamais de son trait de génie durant la guerre¹¹. Contrairement au secret d'Enigma révélé dans les années 1970, le mystère entourant la cryptanalyse de la machine de Lorenz est encore plus longtemps frappé du sceau du secret, ne commençant à émerger qu'à partir des années 1980, avant d'être révélé en détail en l'an 2000. Devenu entre-temps citoyen canadien, William T. Tutte reçoit de grande justesse une consécration officielle en octobre 2001, en étant introduit officier de l'Ordre du Canada, la plus haute distinction civile de cette nation. La citation liée à cette reconnaissance tardive stipule : « En tant que jeune mathématicien et décodeur, il déchiffra une série de codes militaires connus sous l'appellation de Fish. Cet achèvement fut décrit comme l'un des plus grands faits intellectuels de la Seconde Guerre mondiale¹². »

Une performance effectivement au moins aussi comparable aux exploits de Turing et de Rejewski, et réussie *in absentiae*, sans avoir jamais eu sous les yeux la machine de Lorenz, ni ses plans. William T. Tutte partage toutefois le sort de l'anonymat de Marian Rejewski. Il s'éteint en 2002, lui aussi a peu près inconnu du grand public.

Un colosse des Temps modernes

L'idée de construire ce qui sera dénommé à partir des années 1950 un « ordinateur » ne naît pas en 1942, avec la nécessité de matérialiser la méthode de William T. Tutte. Même si les prémices de l'informatique peuvent se rechercher dès le début du XIX^e siècle avec Charles Babbage, c'est surtout un autre mathématicien britannique désormais bien connu, Alan Turing, qui définit cette notion révolutionnaire en 1936. Jusqu'ici, les machines électromécaniques comme l'Enigma de Scherbius, la *bomba* de Rejewski, la

machine de Lorenz ou encore les tabulatrices d'IBM n'étaient capables de remplir qu'une seule tâche. La *Turing machine* (« machine de Turing ») va bien plus loin. Toutefois et contrairement à ce que laisserait supposer son appellation, il ne s'agit pas d'un objet concret, mais d'un concept mathématique, qui de 1936 à 1944 demeure non matérialisé.

L'idée d'Alan Turing désigne un modèle informatique jusqu'ici inexistant, possédant une mémoire, qu'il souhaite illimitée, et qui serait capable de lire, comprendre et exécuter des instructions. Ce concept dépasserait ainsi de loin les capacités des simples machines électromécaniques, en étant capable d'effectuer des tâches virtuellement illimitées, et ainsi de remplacer le travail d'un humain. Visionnaire s'il en est, Turing imagine également sa machine comme nantie d'intelligence, susceptible d'apprendre de ses instructions, de les synthétiser et d'élaborer de nouvelles actions. Si tous ces éléments désignent des notions désormais basiques de l'informatique (programmation, processeur) ou toujours complexes (intelligence artificielle, *deep learning* ou « apprentissage profond »), il s'agit bel et bien d'un monde nouveau en 1936, qui défie la réalisation technique.

Le concept de la machine de Turing suscite l'engouement mondial à la fin des années 1930, particulièrement aux États-Unis et au Royaume-Uni. L'objectif est de mettre en œuvre l'idée concrètement, de créer le premier ordinateur. L'engagement de Turing dans le décodage militaire en 1940 repousse toutefois la réalisation de son projet personnel à l'immédiat après-guerre. Le mathématicien britannique ne participe par ailleurs pas directement à la réalisation du premier ordinateur de l'histoire, le Colossus¹³. Cette création repose principalement sur deux Britanniques : un scientifique, Max Newman (1897-1984), et un ingénieur, Tommy Flowers (1905-1998).

Maxwell (« Max ») Herman Alexander Newman est le fils d'un Allemand d'origine juive, émigré au Royaume-Uni avant sa naissance. En tant que patriote sincère traversant deux guerres mondiales avec l'Allemagne, cette ascendance germanique le tourmente pendant une bonne partie de sa vie. Newman anglicise son nom dès le premier conflit, devenant à juste titre Max Newman (littéralement « nouvel homme »). Le jeune homme suit le parcours classique des futurs décodeurs de Bletchley Park. Extrêmement brillant, il termine premier de sa promotion universitaire en mathématiques à Cambridge en 1921. Newman est par la suite titulaire d'une bourse de recherche au St John's College en 1923, puis enseigne en parallèle à Cambridge à partir de 1927¹⁴.

Parmi les étudiants de Max Newman figure un certain Alan Turing, passionné par l'un de ses cours sur le fondement des mathématiques, qui lui inspire son concept révolutionnaire de 1936. Newman repère aussitôt le talent hors norme de son élève, et l'aide à publier ses travaux, accédant ainsi à la renommée. Newman, qui s'intéresse lui aussi de près au concept d'une nouvelle machine multifonctions, est ainsi un artisan essentiel dans le

développement de l'œuvre de Turing.

En 1939, Max Newman est à l'âge de 42 ans un homme brillant et célèbre, reconnu comme tel cette année-là par son élection à la prestigieuse Royal Society. La Seconde Guerre mondiale vient toutefois raviver le démon de ses origines juives allemandes. Devant la crainte d'un succès nazi, sa femme et ses deux enfants gagnent la sécurité des États-Unis. Newman observe péniblement pendant deux ans l'investissement de ses collègues de Cambridge dans l'effort de guerre, jusqu'à ne plus pouvoir le supporter. L'un de ses fils, William Newman, l'évoque ainsi :

Désormais seul à Cambridge, Max poursuit ses enseignements et ses recherches, mais devint de plus en plus désillusionné avec la vie de Cambridge à mesure que ses collègues se joignaient à l'effort de guerre. Ses premières pensées furent de chercher du travail en Amérique afin de rejoindre sa famille et de l'aider plus aisément ; à ce moment-là, il pensait encore probablement que ses origines allemandes lui barreraient la route de l'effort de guerre¹⁵.

C'est pourtant bien mal connaître la politique britannique, qui accueille à bras ouverts les réfugiés juifs nés en Allemagne. Heureusement pour Newman, le réseau de connaissances joue comme à l'habitude un rôle déterminant dans l'affranchissement de ses craintes. Parmi ses collègues et proches relations de Cambridge figure Patrick Blackett, le célèbre scientifique vainqueur de la menace sous-marine ennemie, et aussi son témoin de mariage. Blackett, initié aux mystères de Bletchley Park, parvient à dissiper les appréhensions de son ami et organise une rencontre au royaume des décodeurs au cours de l'été 1942. La renommée de Newman et son expertise mathématique emportent vite la décision. Le professeur de Cambridge rejoint finalement la section de recherche de John Tiltman et de William T. Tutte, chargée de venir à bout de *Tunny*.

Newman prend rapidement connaissance de l'avancée des travaux, avec le coup de maître de Tiltman en août 1941. L'invention de la méthode « *1 + 2 break in* » de Tutte offre à Newman sa contribution historique à l'effort de guerre : superviser la réalisation d'un engin capable de la mettre en œuvre. Le personnel de la section de recherche sert alors à créer deux nouvelles sections, surnommées la « Newmanry » et la « Testery ». La première, logiquement dirigée par Newman, est chargée de développer un appareil approprié, puis de le mettre en œuvre en identifiant les plus importants des douze rotors de la machine de Lorenz. La seconde, nommée d'après son chef le major Ralph Tester, un linguiste maîtrisant parfaitement l'allemand, a pour mission d'identifier manuellement le restant des rotors. À ses débuts, la Newmanry n'emploie que deux décodeurs dont Jack Good, évoqué précédemment pour ses travaux avec Alan Turing. Lors de la victoire finale en mai 1945, la Newmanry dispose de pas moins de 26 décodeurs, 28 ingénieurs et 273 Women's Royal Naval Service (surnommées « Wrens »), des jeunes femmes issues de la branche féminine de la Royal Navy, et affectées à la Newmanry

en tant qu'opératrices¹⁶.

Newman s'attelle aussitôt à la supervision d'une nouvelle machine. D'après Jack Good, « Newman s'est peut-être inspiré de sa connaissance des publications de Turing en 1936 », dont lui-même a contribué à faire publier les travaux. Toutefois, Newman estime ne s'être jamais inspiré directement des idées de son ancien élève. Par ailleurs, Turing participe seulement aux travaux initiaux de Newman, occasionnellement dans la section Testery¹⁷.

En tant que professionnel des mathématiques pures, Newman ne saurait se passer des services de spécialistes compétents pour toute la partie technique. Pour réaliser son projet, Newman fait appel au physicien gallois Charles Eryl Wynn-Williams, comme lui un ancien de Cambridge, dont il connaît les travaux sur le radar et le malheureux projet d'une superbombe britannique, *Cobra*. Wynn-Williams est chargé de la partie électronique de la machine, qui demeure toutefois largement électromécanique, et ne saurait prétendre au titre historique de premier ordinateur. Commencé en janvier 1943, le prototype est opérationnel en juin, installé dans Hut 11 de la Newmanry. Il est très vite surnommé *Heat Robinson* par les Wrens chargées de l'opérer, en raison des abondantes émissions de fumées produites par ses composants. *Heat Robinson* parvient laborieusement à mettre en œuvre les algorithmes complexes développés par Tutte, mais au prix de plusieurs heures de surchauffe assez anxiogènes. Par ailleurs, la capricieuse machine a tendance à parfois produire deux résultats différents pour un même problème. Des résultats certes encourageants mais insuffisants pour traiter efficacement et rapidement les centaines de messages journaliers de *Tunny*. Le successeur de *Heat Robinson* se doit d'être bien plus performant pour être à la hauteur. Newman doit cette fois se résoudre à faire appel à un ingénieur, quitte à heurter la sensibilité élitiste de Bletchley Park.

Heureusement pour Newman, les ingénieurs brillants ne manquent pas dans le Royaume-Uni en guerre. Thomas « Tommy » Harold Flowers est ingénieur électricien, œuvrant depuis 1926 au Post Office Research Station de Dollis Hill, spécialisé dans les communications. Depuis les années 1930, Flowers s'intéresse de près au concept d'un appareil tout électronique. Après avoir analysé *Heat Robinson*, il estime comme réaliste de produire une nouvelle machine incluant des milliers de tubes électroniques (ou tubes à vide, permettant d'amplifier un signal électrique) utilisés de concert et capables de contrôler les circuits électriques. Cette machine serait également en mesure d'être programmée pour accomplir différentes tâches au moins cent fois plus rapidement qu'une machine électromécanique. Même s'il s'agit là en partie du rêve de Turing et de l'idéal pour Newman, ce type d'appareil révolutionnaire semble devoir attendre encore plusieurs années d'efforts avant de voir le jour. En conséquence, l'engouement pour la nouvelle machine se heurte à l'incrédulité polie de Newman, comme le décrit Flowers :

Cette nouvelle manière d'utiliser les tubes à vide revenait à créer une nouvelle technologie et finalement une nouvelle industrie, que l'on appelle à présent

l'électronique numérique, mais en 1942 personne n'imaginait son échéance immédiate. Ce domaine en était encore à l'état de recherche et connu de très peu de personnes, et dans très peu d'endroits dans le monde. Par chance, Dollis Hill était l'un de ces lieux. Mon propre travail avant la guerre incluait des recherches dans cette nouvelle technologie. Mais cela, Bletchley Park l'ignorait¹⁸.

Ne tenant pas compte du rejet des décodeurs, Flowers entreprend lui-même de développer son propre prototype, allant jusqu'à risquer son argent. Il réunit une équipe de 50 scientifiques, ingénieurs et techniciens, dont la plupart ignorent totalement la finalité de leurs travaux ; seuls les plus sûrs sont initiés au secret. En seulement dix mois, le Colossus voit le jour. Comme son nom de baptême l'indique, l'appareil est gigantesque, pèse près d'une tonne, et tient difficilement dans une pièce. Il possède 1 600 tubes à vide reliés entre eux, une performance inédite. Colossus réussit à venir à bout de la machine de Lorenz quelques semaines plus tard, mais à l'instar de *Heath Robinson* souffre de défauts de jeunesse, et se révèle encore trop lent dans ses déchiffrages. Prenant note des améliorations nécessaires, Flowers entreprend la fabrication d'un nouvel appareil.

Travaillant jour et nuit, Flowers et son équipe se lancent dans une course contre la montre. Car en ces premiers mois de 1944, les Alliés ont rendez-vous avec l'Histoire. Le débarquement en Normandie est prévu pour le mois de mai. Le général Dwight D. Eisenhower, chef suprême des forces alliées pour *Overlord*, serait fort curieux de connaître les intentions de Hitler et de ses généraux en France. En temps de paix, la création du Colossus Mark II aurait assurément nécessité plusieurs années d'efforts. La pression suffocante de l'échéance du débarquement raccourcit le délai à quelques mois d'efforts acharnés. Heureusement pour Flowers, l'opération *Overlord* est repoussée à plusieurs reprises du fait des conditions météorologiques, avant d'être fixée au 5 juin 1944. Le 1^{er} juin, le Colossus Mark II est enfin terminé. Avec 2 500 tubes à vide capables de traiter 25 000 caractères alphabétiques à la seconde, il est cinq fois plus rapide que son prédécesseur, et 125 fois plus véloce que les machines électromécaniques existantes¹⁹. Tommy Flowers, répondant aux exigences de Newman, vient de créer le premier ordinateur électronique de l'Histoire.

Le Colossus Mark II ne correspond toutefois pas pleinement au concept de la machine de Turing ; il ne dispose pas de mémoire programmée, comme sur les futurs ordinateurs, mais doit être programmé directement à l'aide notamment de tableaux de connexions²⁰. Il n'en reste pas moins parfaitement capable de mettre en œuvre les algorithmes de William T. Tutte, et de « craquer » les messages de la machine de Lorenz en quelques heures. Tommy Flowers, simple ingénieur au regard des standards de Bletchley Park, vient de faire preuve avec éclat de son génie, et réussir son défi : « Montrer à Turing, Newman et les autres, ce dont l'électronique est capable²¹. »

Tout juste entré en service, le Colossus réussit immédiatement un décryptage décisif, probablement le plus important de sa courte carrière

opérationnelle. Le général américain Dwight D. Eisenhower vient une nouvelle fois d'ajourner le débarquement de Normandie prévu le 5 juin. Ce jour-là, le chef suprême hésite toujours à lancer la grande offensive le lendemain, 6 juin 1944. Comme détaillé au chapitre 3 avec le *Transportation Plan* de Solly Zuckerman, les appréhensions d'Eisenhower se portent sur l'inévitable contre-offensive allemande à l'issue du Débarquement. La puissante 15^e armée allemande défendant le Pas-de-Calais impose toujours la crainte d'une réaction foudroyante. Mais ce 5 juin, le chef suprême américain reçoit sur son bureau un courrier top secret en provenance de Bletchley Park. Le Colossus flambant neuf vient de décrypter un message envoyé par l'un des réseaux de *Tunny*, entre Berlin et La Roche-Guyon (*Grilse*), où se situe le quartier général du maréchal Erwin Rommel, chargé de repousser l'invasion alliée. Dans ce message, Hitler informe Rommel de l'imminence d'une offensive alliée en Normandie, qui ne constitue toutefois qu'une attaque secondaire. La réelle offensive alliée interviendra dans le Pas-de-Calais, et doit « être attendue cinq jours après le débarquement²² ». Hitler, qui depuis l'automne 1942 se mêle pour le meilleur et surtout pour le pire de stratégie militaire, ordonne ainsi à Rommel de ne procéder à aucun mouvement de troupes à l'issue du débarquement de Normandie. Le général Eisenhower parcourt avec délectation ces mots, résultat direct de l'opération d'intoxication *Fortitude*, et en particulier du travail méticuleux de l'agent double Juan Pujol Garcia dit « Garbo ». Le décryptage du Colossus n'est probablement pas étranger à la décision d'Eisenhower, au soir du 5 juin 1944, de lancer l'opération *Overlord* le lendemain matin.

Les Colossi (pluriel de *colossus*, en latin) remplissent par la suite efficacement leur mission jusqu'à la fin de la guerre, déchiffrant des centaines de messages par mois. Lors de la victoire du 8 mai 1945, dix Colossi sont en service. Pour Max Newman et Tommy Flowers, c'est la satisfaction d'avoir contribué à leur manière au succès allié. Une victoire sans gloire toutefois, comme il se doit dans cette guerre très secrète. Tout comme pour Enigma, le secret doit être conservé dans le contexte d'une guerre froide naissante. Sous le coup du Secret Official Acts, les Colossi n'ont officiellement jamais existé. Dix d'entre eux, dont la plupart n'ont servi que quelques mois, voire quelques semaines, sont détruits ou démembrés. Seuls les numéros 11 et 12 sont conservés jusqu'au début des années 1960 pour décoder les messages soviétiques, avant de connaître un sort similaire. Le gouvernement britannique garde le mystère pendant la majeure partie du xx^e siècle, autorisant seulement quelques photographies des Colossi en 1975, puis des révélations sur le premier Colossus en 1983. Le secret n'est finalement et officiellement levé qu'à partir de l'an 2000.

Max Newman est contraint au silence, tout comme William T. Tutte, Tommy Flowers, Alan Turing et tous les initiés aux Colossi. En guise de maigre consolation, le professeur de Cambridge est nommé discrètement en 1947 officier de « l'excellentissime ordre de l'Empire britannique », six mois

après Turing. Toutefois, aussi admiratif des travaux de ce dernier que stupéfait de son manque de reconnaissance officiel, Newman refuse la décoration. « J'avais entendu parler du traitement ridicule offert à Turing, et je me sentais contraint de faire quelque chose²³ », confesse-t-il par la suite. Le mathématicien retrouve sa carrière universitaire après la guerre, nommé professeur de mathématiques à l'université de Manchester. Newman réussit à convaincre son ancien élève Alan Turing de le rejoindre en 1948. Ils participent ensemble à la réalisation du Manchester Mark I, le premier ordinateur au monde à posséder un programme enregistré, contrairement aux Colossi. Newman se retire toutefois progressivement des activités informatiques, estimant amèrement que « les ingénieurs ont pris le dessus²⁴ ». Il prend sa retraite en 1964, et meurt en 1984 à l'âge de 87 ans, sans avoir brisé le secret.

L'ingénieur Tommy Flowers, qui a effectivement pris le dessus sur les mathématiciens durant le conflit, subit pour sa part difficilement l'Official Secrets Act. Il doit encaisser une nomination non pas comme officier mais comme simple membre de « l'excellentissime ordre de l'Empire britannique », inférieure en rang à celle de Newman et de Turing, et un modeste prix de £1 000 en tant qu'inventeur. « Si cela avait été £10 000 ou £100 000, ce n'eût encore pas été de trop²⁵ », raillera Allen Coombs, l'un de ses collaborateurs à Dollis Hill. Flowers sort dépité de son expérience de guerre :

Lorsque, après la fin de la guerre, je m'entendis dire que le secret du Colossus devait être gardé indéfiniment, je fus naturellement très déçu. J'étais certain, dès que le succès fut avéré, que le Colossus représentait une percée historique, et que sa publication aurait permis de me faire connaître dans les cercles scientifiques²⁶.

Le Colossus plonge en effet dans l'oubli. Pendant près d'un demi-siècle, l'histoire retient 1946 comme date officielle du premier ordinateur, l'ENIAC, conçu aux États-Unis par l'université de Pennsylvanie. Flowers se désole de cette méconnaissance historique : « Le résultat fut que ce pays [l'Angleterre] s'est retrouvé plusieurs années en arrière des autres dans le développement des solutions électroniques que j'avais initiées. Les événements auraient été différents si l'existence du Colossus avait été connue²⁷. »

Tommy Flowers, autorisé en 1983 à dévoiler quelques informations uniquement sur la première version de son prototype de décembre 1943, n'obtient lui non plus jamais la reconnaissance de son vivant. Il disparaît en 1998 à l'âge de 92 ans, deux ans avant la révélation publique de l'histoire du Colossus.

En terrain neutre

En temps de guerre, pour tout pays neutre situé à proximité immédiate des belligérants, l'objectif est généralement d'attendre la fin des hostilités en évitant les problèmes. Et lors de la Seconde Guerre mondiale, dans l'Europe d'Adolphe Hitler, ce ne sont pas les inquiétudes qui manquent pour les rares nations neutres épargnées par la vague nazie. De fait, même pour ce qui relève de la diplomatie (et de manière générale pour tout), le dictateur ne s'embarrasse guère de cas de conscience. Hitler médite un temps d'en finir avec l'enclave suisse (opération *Tannenbaum*), et de pénétrer en Espagne et au Portugal de gré (opération *Felix*) ou de force (opération *Isabella*). Seules les évolutions stratégiques défavorables du conflit annulent ces projets secrets.

La Suède, pour sa part, entend poursuivre la même ligne de conduite suivie durant la Première Guerre mondiale, en observant une stricte neutralité. Le pays du roi Gustav V voit toutefois avec inquiétude s'amonceler les mauvais présages durant les deux premières années du second conflit. La Scandinavie s'embrace dès novembre 1939 avec la sanglante guerre d'Hiver, où la Finlande voisine tient tête de longs mois face à l'Ours soviétique avant de demander l'armistice en mars 1940. Au mois d'avril le Danemark est occupé en quelques heures par les armées hitlériennes, la Norvège subissant le même sort le mois suivant. Au cours de l'été 1941 les pays baltes sont à leur tour envahis sans coup férir, alors que la Finlande s'allie opportunément à l'Allemagne nazie pour recouvrer ses territoires perdus lors de la guerre d'Hiver. Au cours de l'automne, les forces germano-finlandaises assiègent Saint-Petersbourg. La Suède est désormais totalement isolée.

Le spectre d'une invasion nazie est résolument pris au sérieux par le gouvernement suédois du Premier ministre Per Albin Hansson. À raison, puisque Hitler est loin d'écarter cette éventualité, attiré par les riches gisements de fer situés au nord de la Suède. Une division blindée, la 25^e Panzerdivision, est même créée *ex nihilo* en Norvège spécifiquement dans cette optique en 1941. Cernée de toutes parts, menacée d'une attaque, la Suède se comporte avec l'Allemagne nazie de la même manière que les autres nations neutres : elle louvoie, et si nécessaire fait profil bas. Parmi les concessions jugées inévitables, la Suède laisse transiter sur son territoire des centaines de milliers de soldats allemands en armes entre la Finlande et la Norvège, sous couvert officiel de transports de soldats blessés et de permissionnaires. Une violation flagrante, s'il en est, de son statut de pays neutre.

Une autre concession intervient en avril 1940, sur la demande de l'ambassadeur allemand à Stockholm. Un câble est autorisé à traverser le territoire suédois, afin de raccourcir les communications entre la Norvège et Berlin. Toutefois, les Suédois entreprennent aussitôt d'écouter discrètement la ligne, qui s'avère dédiée au trafic des classiques téléscripteurs. Si les premiers échanges apparaissent en clair, dès le 19 avril 1940, les interceptions deviennent illisibles, chiffrées selon un procédé jusqu'ici totalement inconnu²⁸. Il ne peut s'agir de la machine Enigma, utilisant le code Morse et le

trafic radio, ni de la machine de Lorenz, qui n'est pas encore entrée en service. Les Suédois viennent de faire connaissance avec la Siemens & Halske T52.

Bien moins populaires qu'Enigma et dans une moindre mesure les Lorenz SZ 40 et 42, deux autres machines à chiffrer sont pourtant utilisées par la Wehrmacht durant la Seconde Guerre mondiale, produites par la firme électrotechnique Siemens & Halske. La première, dénommée Siemens & Halske T52 *Geheimschreiber* (« téléscripateur secret »), est une machine développée à partir de 1928 sur une demande spécifique de la Reichsmarine, qui devient à partir de 1935 la Kriegsmarine²⁹. La T52 équipe également par la suite la Luftwaffe, l'armée de l'air nazie ; les Lorenz SZ 40 et 42 demeurent l'apanage de l'armée de terre et de l'OKW. La seconde machine de Siemens & Halske, la T43, est en revanche très mal connue, et considérée par Bletchley Park comme extrêmement sûre. Heureusement pour les Alliés, la T43 n'entre en service que dans les derniers mois de la Seconde Guerre mondiale, et seulement sur quelques réseaux secondaires, sans conséquence sur l'issue déjà scellée du conflit.

La Siemens & Halske T52 est une machine électromécanique assez proche des Lorenz SZ 40 et 42, mais combinant directement téléscripateur et système de cryptage. La T52 est équipée de dix rotors (contre 12 sur les Lorenz), codant ou décodant ainsi immédiatement à chaque transmission ou réception d'un caractère en code Baudot-Murray³⁰. Ce système, plus sophistiqué que celui des Lorenz, est théoriquement beaucoup moins sensible aux erreurs d'envois de messages utilisant la même clé. Contrairement à Enigma et les machines de Lorenz, la T52 opère principalement en utilisant le câble, et beaucoup plus rarement les transmissions radio. Les vaisseaux de la Reichsmarine puis de la Kriegsmarine reçoivent ainsi leurs instructions à quai, avec interdiction d'emporter la T52 en mer, pour éviter les risques de capture.

L'utilisation du câble pour les communications retarde notablement la découverte par les Alliés de la Siemens & Halske T52. Seule l'utilisation occasionnelle du trafic radio permet finalement aux Britanniques d'intercepter un signal inconnu à partir de l'été 1942, entre la Sicile et la Libye. Surpris par la révélation de cette nouvelle machine, les décodeurs ont de nouveau recours à leur imagination fertile pour baptiser cette ligne *Sturgeon* (« Esturgeon »). Une autre ligne est rapidement identifiée entre les îles de la mer Égée et la Sicile avec les mêmes caractéristiques, et reçoit l'appellation de *Mackerel*³¹ (« Maquereau »). *Sturgeon* est toutefois associée de manière générique à la Siemens & Halske T52, soit l'équivalent de *Tunny* pour les machines de Lorenz SZ 40 et 42. Les Britanniques entreprennent de s'attaquer à *Sturgeon*, de manière manuelle, sans utiliser le Colossus, uniquement dédié à *Tunny*. Par la suite, lors de sa découverte, la Siemens & Halske T43 est quant à elle baptisée *Thrasher* (« Requin-renard »). Fait exceptionnel pour les machines à crypter allemandes, les Britanniques finissent toutefois par considérer cette dernière comme incassable³². Les efforts des décodeurs britanniques

demeurent malgré tout assez peu soutenus, *Sturgeon* et *Thrasher* apparaissant tardivement dans le conflit. À partir de 1942, Bletchley Park a par ailleurs déjà fort à faire avec l'Enigma navale à quatre rotors et les machines de Lorenz, qui constituent en outre des sources d'information tactiques et stratégiques autrement supérieures à *Sturgeon* et *Thrasher*.

Les Suédois connaissent pour leur part, comme évoqué, la Siemens & Halke T52 depuis le printemps 1940 grâce au câble allemand autorisé à traverser leur territoire. La tentation est immédiatement irrésistible de s'attaquer et de déchiffrer le code de cette machine, au moins pour espérer être averti assez tôt d'une éventuelle invasion nazie de la Suède. L'armée suédoise établit au même moment son *Försvarets radioanstalt* (FRA), Institut national de défense radio, formellement créé le 1^{er} juillet 1942. En sa qualité de pays neutre, la Suède n'est par définition pas en relation avec des nations alliées ou ennemies. Aussi le FRA brasse-t-il large dans ses cibles à travers le monde. Sa branche dédiée à la cryptanalyse est ainsi composée de quatre sections, : une allemande et une russe, et de manière plus surprenante une anglaise et une française³³.

La section française du FRA est dirigée par Yves Gyldén (1895-1963), considéré comme le père de la cryptologie suédoise. Gyldén est un personnage quelque peu atypique, passionné à la fois par le rugby qu'il introduit en Suède après avoir passé dix ans en France, et également par le décodage. Très bon mathématicien, il enseigne la cryptologie dans les années 1930 au sein des écoles militaires, publie plusieurs articles en français et surtout un livre en suédois en 1931³⁴. Gyldén appelle dans son œuvre à mettre sur pied d'urgence un département de cryptologie prêt à servir en cas de guerre. De manière prophétique, il préconise d'utiliser les erreurs inévitables de codage commises par les opérateurs, qui provoqueront effectivement la perte d'Enigma et des machines de Lorenz. Gyldén contribue ainsi à réaliser l'embryon de ce qui devient le FRA suédois au début de la guerre, et agit de même au bénéfice de la Norvège en 1938. À la tête de la section française du service cryptanalytique du FRA (qui traite également l'Italie), Gyldén obtient le premier succès du service en cassant le code diplomatique de la France, composé de seulement 10 000 mots. Il imite ainsi les résultats déjà obtenus par les services cryptanalytiques allemands, responsables de la chute de l'agent double Hans-Thilo Schmidt, ce qui une nouvelle fois en dit long sur le niveau de la cryptologie française au début de la Seconde Guerre mondiale. Gyldén se cantonne par la suite au rôle de recruteur, et cesse ses activités au FRA au cours du printemps 1941³⁵.

Yves Gyldén rate de peu la grande porte de l'Histoire, laissant cette place honorifique à un scientifique de renom, le mathématicien Arne Beurling (1905-1986). Issu d'une famille aristocratique, comme tous les autres futurs grands décodeurs, Beurling brille à l'école, suscitant la fierté de son père. Ce dernier, un grand propriétaire terrien, lui recommande de devenir professeur, tout en l'emmenant régulièrement chasser sur ses terres. Cette passion

paternelle pour la vénerie manque de causer du tort au jeune Arne lors de ses études supérieures à l'université d'Uppsala, située à une centaine de kilomètres au nord de Stockholm. En effet, persuadé que la chasse à l'alligator fait partie de la bonne éducation d'un aspirant professeur, son père l'envoie au Panama, retardant ainsi sérieusement l'élaboration de sa thèse. Finalement plus attiré par les mathématiques que par les reptiles, Arne Beurling obtient son doctorat en 1933, et devient professeur de mathématiques en 1937 dans la même université d'Uppsala. Toutefois, dès 1931, Beurling s'était intéressé à la cryptologie en suivant un cours spécial durant sa thèse, d'une manière remarquablement similaire à Marian Rejewski et Henryk Zygalski, à peu près au même moment à Poznań en Pologne. Il s'était essayé au décryptage sur une machine d'origine suédoise, la Hagelin B21, parvenant à détecter ses failles en deux jours. Il avait alors demandé au responsable du cours de lui donner un message à décrypter, performance accomplie dès le lendemain, à la stupéfaction générale³⁶. Le 3 septembre 1939, lorsque l'Angleterre et la France déclarent la guerre à l'Allemagne, Arne Beurling est logiquement mobilisé dans le FRA.

Avant d'en venir aux secrets des nazis, Beurling s'essaie d'abord aux codes utilisés par l'autre danger potentiel à l'Est, l'URSS. Nanti de papier et d'un crayon, le professeur de mathématiques à tôt fait de venir à bout du code de la marine russe dans la Baltique, puis d'un code diplomatique. Beurling fait par la suite partie d'une mission suédoise envoyée aider les décodeurs finlandais, aux prises avec l'agression soviétique durant la guerre d'Hiver. Reino Henrik Hallamaa, le meilleur cryptanalyste de l'armée finlandaise, s'était rendu peu auparavant à Stockholm avec une valise pleine de codes russes et autres dons pour les services secrets suédois. « En l'espace d'une demi-heure, la Suède avait avancé de dix ans dans le développement de ses renseignements », dira plus tard Hallamaa. La Finlande n'est pas perdante au change, puisque Beurling éclaire de son génie les services de cryptanalyse finnois, offrant à Helsinki des avantages tactiques conséquents dans sa lutte contre l'Armée rouge jusqu'à l'été 1944³⁷. Au début de l'année 1940, Arne Beurling reçoit la direction de la plus cruciale des quatre sections de cryptanalyse du FRA, celle dédiée aux chiffres allemands. Il s'attaque aux interceptions réalisées en avril, issues de la Siemens & Halske T52, *Sturgeon* comme la surnommeront les Britanniques, une entreprise autrement plus complexe que les codes russes.

Le spécialiste d'endocrinologie des babouins Solly Zuckerman ne connaissait rien aux bombardements aériens, avant d'en devenir le plus fin planificateur. Le professeur de mathématiques Arne Beurling, lui, ignore tout de la Siemens & Halske T52 et de manière générale des téléscripteurs, ou encore du code Baudot-Murray. Et pourtant, armé comme à l'habitude de son crayon, il obtient l'une des plus fantastiques réussites de cryptanalyse de la Seconde Guerre mondiale : en deux semaines, Arne Beurling décode la T52. Ici, pas de Colossus électronique, ou de machines électromécaniques, ni

même de mathématiques avancées ; uniquement le génie à l'état pur. Et les détails précis de la méthode du Suédois demeurent nébuleux, faute d'explications détaillées laissées par ce dernier. D'un tempérament modeste et craignant ironiquement de voir sa technique jugée trop simple, Beurling entretient toute sa vie le mystère : « Un magicien ne révèle pas ses astuces³⁸. » Le mathématicien a toutefois probablement exploité les erreurs habituelles des opérateurs allemands, suivant l'idée phare de son prédécesseur, Yves Gylden. Selon une technique similaire aux décodeurs polonais et britanniques contre Enigma, Beurling s'est visiblement appuyé sur les mots prévisibles en début et fin de message. Il s'est aussi vraisemblablement servi des grossières erreurs d'opérateurs mal formés utilisant une même clé pour deux messages, déjà fatales pour *Tunny*. Des problèmes électriques sur le câble ont pu également favoriser le décodage, en obligeant à répéter les mêmes messages. Quoi qu'il en soit, la réussite demeure exceptionnelle, puisque permettant de déchiffrer journallement *Sturgeon*. Et dans un contexte marqué par l'émergence de l'informatique, Arne Beurling, à l'instar des Britanniques Dilly Knox et John Tiltman, s'est illustré « à l'ancienne », mentalement, sans l'aide de machines électromécaniques ou électroniques. À la fin de l'année 1940, 7 000 messages ont été décryptés, soit l'équivalent de 110 kilomètres de textes³⁹. En novembre 1942, mois record pour le déchiffrement de *Sturgeon*, 10 500 messages allemands sont déposés sur le bureau du ministère des Affaires étrangères suédois. Cette année-là, pas moins de 2 100 kilomètres de messages sont recouverts par la section d'Arne Beurling⁴⁰.

Cette profusion d'interceptions délivre des mannes célestes pour le renseignement suédois. Les unités terrestres allemandes présentes en Norvège et en Finlande et considérées à raison comme menaçantes sont précisément connues. De même, la structure détaillée de la SS et de la Luftwaffe dans ces deux pays n'est en rien un mystère. Les positions des plus importants vaisseaux de la Kriegsmarine, incluant les cuirassés jumeaux *Tirpitz* et *Bismarck*, sont tenues à jour sur une carte. De manière décisive, le ministère des Affaires étrangères suédois est en mesure de réaliser son rêve : être informé de l'état de la pensée nazie au sujet de la Suède. Les Suédois lisent également des informations ne les concernant pas directement, suivant efficacement au quotidien l'évolution du conflit mondial. Ils sont parfaitement informés à l'avance de la date de l'invasion nazie de l'URSS, le 22 juin 1941. Personne n'ignore au FRA que les soldats allemands appelés à participer à *Barbarossa* vont recevoir une double solde⁴¹. Les Suédois informent poliment les autorités soviétiques de ce qui les attend, confirmant d'autres avertissements de la part des Britanniques, provenant cette fois des décodages d'Enigma. Toutefois, aussi paranoïaque que Hitler, Joseph Staline repousse les messages d'alarme – et se laisse totalement surprendre le Jour J.

Les Soviétiques ne sont pourtant pas les moins intéressés par les réussites des cryptanalystes suédois. Ils sont d'ailleurs parfaitement informés de leurs succès contre *Sturgeon*, tout comme les Britanniques. Ces derniers se

servent de leur contact à Stockholm, l'attaché militaire norvégien Alfred Roscher Lund. Précurseur de la cryptanalyse en Norvège et ami proche de Yves Gylden, Lund est tenu en haute estime dans la capitale suédoise, au point d'être initié au secret de *Sturgeon*. Les informations transmises en Angleterre sont jugées suffisamment intéressantes pour déclencher de vives protestations lors de la mutation surprise de Lund à Londres. Winston Churchill se récrie personnellement auprès du Premier ministre norvégien en exil, Johan Nygaardsvold :

Cet officier s'est révélé d'une précieuse utilité pour les services de renseignements britanniques en Suède, et sa présence là-bas est d'une importance toute spéciale pour le gouvernement de Sa Majesté, et de manière générale pour la Cause alliée... J'espère que votre Excellence et ses collègues seront en mesure de revenir sur la décision adoptée. Il s'agit d'une question à laquelle j'attache une grande importance.

Hélas pour Churchill, son Excellence norvégienne ne change pas d'avis, et Alfred Roscher Lund prend ses nouvelles fonctions à Londres le 12 octobre 1941. Les Soviétiques, eux, n'ont pas ces problèmes de politesses typiquement occidentaux. Ils disposent d'un traître, courrier au ministère de la Guerre à Stockholm. Allan Nyblad, excellent cycliste mais aussi communiste dans l'âme, fait quotidiennement la navette entre son ministère et les locaux du FRA installés sur les docks, camouflés en entrepôt à poissons. Ces trajets sont parfois discrètement modifiés pour gagner une agence de tourisme russe, dont le directeur, Semyon Starostin, est avant tout un agent des services secrets soviétiques. Les interceptions réalisées par le FRA se retrouvent ainsi quotidiennement à Moscou, jusqu'en novembre 1941, date du retour de Starostin en Russie suite à la capture de l'un de ses agents⁴².

L'histoire des décodeurs soviétiques demeure l'un des derniers mystères de la cryptanalyse durant la Seconde Guerre mondiale. Faute d'archives accessibles, le secret demeure largement gardé. Il semble toutefois hautement probable qu'Enigma ait été percée à jour par les très performants services de renseignements de l'Armée rouge (GRU) et de la police secrète (NKVD). Le GRU et le NKVD possèdent de prime abord leurs propres services de cryptanalyse, réunissant l'élite des mathématiciens russes, puis fusionnés en 1942. Cette même année, au mois de novembre, le chef du GRU Ivan Ivanovitch Ilyitchev adresse un message à Staline, se vantant d'être venu à bout des chiffres diplomatiques allemands et japonais, ainsi que des chiffres de la sinistre police allemande dans les territoires de l'Est. Au total, plus de 220 clés et 50 000 messages auraient été décryptés⁴³. Au même moment, le triomphe au cours de la bataille de Stalingrad permet aux Soviétiques de mettre la main sur plusieurs Enigma, ainsi que de nombreux opérateurs radio. Le GRU et le NKVD disposent en outre des informations transmises directement par les agents doubles présents à Bletchley Park, incluant John Cairncross (1913-1995). Avant même la fin de la bataille, ces deux services indiquent « être en mesure de déchiffrer d'anciens messages interceptés, mais

aussi d'en décoder de nouveaux⁴⁴ ». Le décodage d'Enigma par les Soviétiques s'est ainsi très probablement poursuivi jusqu'à la fin de la guerre, les détails attendant encore leur jour de lumière.

De leur côté, les Suédois font face à une baisse graduelle des interceptions en 1943. Devenus suspicieux quant à la sécurité de leur Siemens & Halske T52, les Allemands ont renforcé leur sécurité, puis introduit des déclinaisons de leur machine moins sensibles aux attaques. Les décodeurs suédois se concentrent sur les codes diplomatiques d'autres nations, venant à bout de pas moins de neuf d'entre eux à travers le monde. Ces résultats incluent trois codes diplomatiques de Vichy, trois du Royaume-Uni, et un pour les États-Unis et la Belgique⁴⁵.

Cette même année 1943, les Britanniques réussissent eux aussi à décoder localement *Sturgeon*, et de manière manuelle tout comme Arne Beurling. Ils parviennent également à capturer quelques exemplaires en Tunisie et en Italie. L'effort demandé est jugé toutefois trop important pour trop peu d'interceptions disponibles, et de qualité bien inférieure à *Tunny*. Aucune machine électromécanique comparable à la bombe de Turing-Welchman n'est construite pour venir à bout de *Sturgeon*, et encore moins un ordinateur électronique comme Colossus. De fait, les interceptions sont abandonnées au début de l'année 1944⁴⁶.

Au même moment, les Suédois finissent par se heurter irrémédiablement aux nouvelles sous-variantes de la T52. Un moindre mal à cette période de la guerre, où la Suède peut raisonnablement tabler sur une défaite prochaine de l'Allemagne et ne plus craindre une invasion. De fait, en septembre 1944 la Finlande change d'alliance et se retourne contre son ancien allié nazi. Les opérations militaires se confinent alors dans l'extrême nord du pays, au cours de la « guerre de Laponie », qui s'éternise jusqu'en avril 1945. Le FRA est dissous ce mois-ci, ses 50 membres retournant à leurs activités civiles⁴⁷.

Arne Beurling retrouve sa chaire de professeur de mathématiques à l'université d'Uppsala, jusqu'en 1952. Il part pour les États-Unis en 1954, enseignant à l'Institute for Advanced Study de l'université de Princeton. En 1965, Beurling reçoit l'honneur de prendre possession du bureau 115, occupé précédemment par un autre génie, Albert Einstein. Un an plus tôt le secret du décodage de la T52 s'est vu officiellement révélé par les autorités suédoises, toujours aussi neutres dans le contexte de la guerre froide. Une fois n'est pas coutume, Arne Beurling accède ainsi à la notoriété de son vivant – au moins dans son pays – et meurt en 1986.

Le calculateur de la mort

Dans l'immédiat après-guerre, les réalisations d'ordinateurs de plus en plus performants se multiplient, principalement au Royaume-Uni et aux États-Unis. Alan Turing finit par lui-même réaliser son grand projet en 1950, avec

la mise en œuvre de son Automatic Computing Engine (ACE), un ordinateur électronique disposant de son propre programme enregistré. Par la suite, dans les années 1950, les conceptions d'ordinateurs deviennent difficiles à lister, un grand nombre de nations à travers le monde s'employant à entrer de pied ferme dans le monde moderne de l'informatique.

Au cours de la Seconde Guerre mondiale, excepté le Colossus de Tommy Flowers et Max Newman, aucun ordinateur totalement électrique et programmable n'est terminé à temps pour participer à l'effort de guerre. Les Américains manquent toutefois de peu de réaliser le rival du Colossus, avec leur Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC). Imaginé d'après un appel de l'US Army pour concevoir un appareil électronique capable de calculer la trajectoire des obus, le projet est pris en charge à partir de juin 1943 par la Moore School of Electrical Engineering de l'université de Pennsylvanie. Mais l'élaboration de l'appareil souffre du retard imposé par d'autres priorités militaires, l'ENIAC n'étant opérationnel qu'à la fin de 1945. Extrêmement rapide, l'appareil est tout électronique et programmable, même s'il ne dispose pas directement, à l'instar du Colossus, de son programme enregistré.

Parmi les concepteurs de l'ENIAC figure un jeune mathématicien américain, consultant sur le projet : John von Neumann (1903-1957). Instruit sur les idées révolutionnaires d'Alan Turing publiées en 1936, von Neumann s'est servi de ses connaissances pour éclairer les ingénieurs américains sur le principe de la programmation multitâches. Habile communicant, von Neumann popularise par la suite l'ENIAC auprès du grand public, le présentant de bonne foi comme le premier ordinateur électronique de l'Histoire⁴⁸. Le mathématicien ignore en effet tout du très secret Colossus, comme toute personne non directement impliquée dans son élaboration ou sa mise en œuvre. Mais von Neumann travaille en parallèle au sein d'un autre projet tout aussi empreint de mystère. ULTRA, le déchiffrement d'Enigma et de la machine de Lorenz, vient en second dans l'ordre des travaux secrets des Alliés. La priorité absolue, c'est le « projet *Manhattan* ». Car si ULTRA est susceptible d'écourter efficacement le conflit, la bombe atomique peut, elle, l'arrêter immédiatement.

Né à Budapest dans une famille juive hongroise sans origine aristocratique, John von Neumann doit sa particule à son père, un riche banquier d'affaire élevé à la noblesse en 1913 par l'empereur François-Joseph, en récompense de son efficace participation à l'expansion économique hongroise. Le jeune garçon dévoile rapidement son potentiel hors norme en échangeant des plaisanteries avec son père en grec ancien, à l'âge de 6 ans. Doté d'une mémoire prodigieuse, il peut mémoriser une page d'annuaire téléphonique en la parcourant quelques minutes. Von Neumann survole l'école où son habileté en mathématiques lui vaut des leçons spécialement conçues pour lui. Il s'affranchit aisément des quotas antisémites couramment pratiqués en Hongrie, entrant parmi les premiers à l'université de

Budapest en 1923. Âgé de 20 ans, le jeune étudiant établit la même année une définition des nombres ordinaux toujours en vigueur, puis obtient son doctorat en mathématiques. Après un passage à la prestigieuse université de Göttingen, von Neumann enseigne à Berlin puis à Hambourg. Désigné en tant que jeune génie dans les conférences internationales, il est finalement professeur de mathématiques aux États-Unis à Princeton en 1931, à l'âge de 28 ans. Trop rapide, le jeune enseignant enchaîne les équations au tableau et les efface sans laisser le temps aux étudiants d'au moins les recopier. En 1933, il est l'un des six premiers professeurs de mathématiques du nouvel Institute for Advanced Study de Princeton, aux côtés d'Albert Einstein⁴⁹.

L'arrivée des nazis au pouvoir ne fait qu'entériner l'établissement de John von Neumann aux États-Unis. À l'instar d'Einstein, il démissionne ostensiblement de ses engagements académiques conservés jusqu'ici en Allemagne. Mais contrairement au scientifique britannique Max Newman, la consonance fortement germanique de son patronyme ne lui pose aucun cas de conscience, ni inquiétude – à raison. Loin de correspondre à l'archétype du scientifique austère, le jeune professeur affectionne la vie nocturne et les habits de soirée, multipliant les réceptions à domicile avec sa femme. En 1939, von Neumann est une célébrité mondialement reconnue, spécialiste de nombreux domaines des mathématiques, statistiques, physiques, et aussi passionné par les nouveaux concepts de Turing sur l'informatique. Il est également un expert en mathématiques des explosions, une particularité qui intéresse bientôt l'armée avec l'entrée des États-Unis dans la Seconde Guerre mondiale en décembre 1941. En parallèle de ses activités académiques à Princeton, von Neumann est ainsi consultant en balistiques et munitions pour l'armée de terre et l'US Navy jusqu'en 1945⁵⁰. Mais, à partir de 1943, son expertise particulière sur les explosions intéresse de près un projet secret en cours à Los Alamos dans le Nouveau-Mexique : l'élaboration d'une bombe atomique.

John von Neumann est en particulier un spécialiste des mathématiques appliquées aux charges creuses (*shaped charges*), un type de munition destiné à concentrer l'impact sur une surface extrêmement réduite d'une cible, par l'intermédiaire d'un cône vide en son sommet. Couramment utilisées par les Allemands puis par les Alliés durant le conflit, les charges creuses se révèlent redoutablement efficaces contre les chars. Ce principe est réutilisé sous une forme différente pour la construction de *Gadget* et de *Fat Man*, deux des trois bombes atomiques élaborées à Los Alamos, contenant du plutonium 239. L'objectif, initialement débattu mais soutenu par von Neumann, est de créer une « implosion ». À l'inverse d'une explosion, l'idée est de concentrer la pression externe sur un objet pour lui faire atteindre son point de rupture. Dans les cas de *Gadget* et de *Fat Man*, l'implosion est dirigée contre le cœur sphérique des bombes, contenant le plutonium 239. Ce cœur est cerné de multiples charges creuses, appelées lentilles explosives (*explosive lens*), qui permettent de déclencher des explosions simultanément, et d'exercer une

pression externe irrésistible sur le cœur sphérique. La matière fissile du plutonium 239 est alors comprimée jusqu'à provoquer une fission nucléaire, déclenchant finalement une explosion d'une puissance jusque-là inconnue dans l'histoire.

Ce concept défendu par John von Neumann implique toutefois les détonations simultanées des lentilles explosives situées tout autour du cœur sphérique des bombes atomiques. L'onde de choc induite doit par ailleurs atteindre ce cœur de manière uniforme, le tout en une fraction de seconde. Un véritable tour de force physique et technique, nécessitant au préalable des calculs mathématiques effroyablement complexes. Et tout comme avec Alan Turing avec Enigma, John von Neumann manque d'un facteur essentiel en temps de guerre : le temps. L'idéal est donc de créer une machine capable d'effectuer elle-même les calculs. Heureusement pour von Neumann, un supercalculateur totalement automatique existe déjà, tout juste opérationnel, conçu pour des objectifs différents mais capable de faire face au défi : le Harvard Mark I.

Également connu sous le nom d'Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC), le Harvard Mark I est une création du physicien Howard Hathaway Aiken (1900-1973). Aiken obtient son doctorat en physique à l'université de Harvard en 1939 puis réalise son calculateur automatique grâce au concours de la société IBM et l'installe à Harvard au début de 1944. Contrairement à la bombe de Turing-Welchman ou au Colossus de Flowers, le Harvard Mark I n'est pas conçu initialement pour répondre à un objectif militaire. Plus qu'un calculateur, il s'agit d'un ordinateur électromécanique, le plus grand appareil jamais construit jusqu'ici. Doté de 765 299 composants, pesant plus de 4 tonnes, le Harvard Mark I mesure 15 mètres de long sur près d'un mètre de large, pour une hauteur de 2 mètres. Il peut effectuer une addition ou une soustraction en trois dixièmes de secondes, une multiplication en 6 secondes et une division en 15,6 secondes ; les calculs trigonométriques lui prennent entre 1 minute et 1 minute 30 secondes⁵¹. Le Harvard Mark I ne dispose pas de mémoire programmée, mais prend ses instructions de cartes perforées, classiques des premières machines électromécaniques d'IBM. Sans être électronique, il est toutefois tout automatique, ne nécessitant aucune intervention humaine une fois les cartes installées. Selon Aiken, son ordinateur est susceptible de « fonctionner efficacement 90 % du temps, pouvant opérer pendant trois semaines successives sans commettre une erreur⁵² ».

Pendant quelques années, Howard Aiken peut s'enorgueillir d'avoir conçu le premier ordinateur électromécanique au monde. Mais, tout comme l'ordinateur électronique ENIAC possédait un prédécesseur caché avec le Colossus, le Harvard Mark I vient après le Z3, découvert après guerre par les Alliés en Allemagne. Conçu de manière autonome par l'ingénieur Konrad Zuse à Berlin en 1941, le Z3 est lui aussi un ordinateur automatique et programmable. Il est brièvement utilisé par la Luftwaffe pour tester les

vibrations d'ailes, avant d'être détruit par un bombardement allié sur la capitale allemande en 1943. Zuse essuie un refus officiel de lui fournir des tubes à vide, qui auraient probablement permis à l'ingénieur allemand de réaliser un ordinateur électronique, comparable au Colossus. Heureusement pour les Alliés, les autorités nazies, qui n'en sont plus à une erreur près en matière d'innovation technique et de découvertes scientifiques, considèrent le projet de Zuse comme superflu. Ce dernier réussit tout de même à produire son Z4 au début de 1945, une version améliorée et réduite de son feu Z3, dans un Berlin anéanti par les bombes alliées et coupé du monde. Zuse parvient à faire évacuer le Z4 (et sa femme enceinte) en mars 1945 avec un camion de la Wehrmacht, en le faisant passer pour un « V4 », l'une des armes de représailles secrètes nazies utilisées dans les derniers mois de la guerre. Achevé en Suisse, le Z4 devient par la suite le premier ordinateur commercialisé au monde. Peu connu, Konrad Zuse est pourtant généralement reconnu comme l'un des pionniers de l'informatique avec Alan Turing et John von Neumann⁵³.

Les Alliés, pour leur part, sont en revanche prompts à tirer parti des découvertes et inventions. Informé de l'existence du Harvard Mark I, von Neumann écrit en mars 1944 à Aiken et son équipe : « La possibilité de réaliser des calculs sur votre nouvel appareil représente une très grande tentation⁵⁴. » Un désir dans les faits irrésistible, poussant au début du mois d'août von Neumann à se rendre au Computer Labs de Harvard à Cambridge, dans le Massachusetts. Howard Aiken n'est pas engagé dans l'effort de guerre, et encore moins introduit au grand secret du projet *Manhattan*. Von Neumann est contraint de louvoyer pour présenter les termes de son problème. Les lentilles explosives et l'implosion sont ainsi présentées comme une détonation produisant « une onde sphérique se déplaçant de la surface de la sphère vers son centre⁵⁵ ».

En réalisant les cartes perforées pour le Harvard Mark I, Howard Aiken et son équipe n'ont aucune idée concrète des tenants et aboutissants de leurs calculs. La présence d'une célébrité telle que John von Neumann ne manque toutefois pas de les informer sur le niveau d'importance et d'urgence de leurs efforts. Ce dernier ne s'intéresse guère au fonctionnement de l'ordinateur, patientant surtout pour les résultats. Il ne rencontre que peu Aiken, même si les deux hommes débutent à cette occasion une longue amitié.

En parallèle à son déplacement à Cambridge, von Neumann s'est assuré une marge de sécurité en laissant le soin à une équipe de réaliser les mêmes calculs que le Harvard Mark I, à Los Alamos, avec des machines IBM modifiées mais bien moins sophistiquées. Lorsque les deux équipes terminent leurs travaux, les résultats sont similaires, mais ceux du Harvard Mark I s'avèrent largement plus précis, avec pas moins de dix-huit décimales, contre six pour les machines IBM⁵⁶. Satisfait, von Neumann repart pour Los Alamos avec ses précieuses données, nécessaires pour terminer à temps les bombes au plutonium. Il poursuit leur réalisation jusqu'au bout, assistant personnellement

à l'explosion expérimentale de la première bombe atomique de l'Histoire, *Gadget*, le 16 juillet 1945 dans le Nouveau-Mexique,

John von Neumann reprend après guerre ses activités académiques, demeurant en même temps consultant pour l'armée. Il continue comme à l'habitude à multiplier les découvertes scientifiques, croulant en parallèle sous les honneurs officiels. Seul un cancer du pancréas stoppe brutalement sa carrière hors norme en 1957, à l'âge de 53 ans.

Peu après le 9 août 1945, Howard Aiken découvre finalement avec stupéfaction l'utilité de sa participation impromptue à l'effort de guerre. Trois jours après Hiroshima, une bombe au plutonium baptisée *Fat Man* pulvérise Nagasaki, contribuant, entre autres raisons, à écourter la Seconde Guerre mondiale. Le Harvard Mark I a permis de calculer efficacement l'implosion idéale pour déclencher *Fat Man*. Il a aussi servi à tuer, sur le coup ou indirectement, 60 000 à 80 000 civils japonais.

XII

Histoires d'espionnage

« Je pense que les faits prouvent de façon assez concluante que sous un régime fasciste, la science n'est et ne sera jamais ce qu'elle peut être dans une démocratie¹. »

Samuel Goudsmit.

Juillet 1945. Winston Churchill, Harry Truman et Staline posent devant l'objectif des photographes. Le premier semble sombre, absent. En récompense d'avoir sauvé le Royaume-Uni, Churchill vient d'être battu aux élections générales en début de mois. Ses jours à la tête du gouvernement britannique sont comptés. De plus, il n'est pas parvenu à empêcher le rapprochement de Franklin Roosevelt, décédé quelques mois plus tôt, avec Staline. Truman, pour sa part, semble confiant. Le 33^e président des États-Unis vient d'apprendre l'implosion réussie de la première bombe atomique expérimentale, dans le désert du Nouveau-Mexique, quelques semaines après avoir été informé de l'ampleur du très secret projet *Manhattan*. Truman décide d'avertir son homologue russe de la mise au point réussie d'une arme à la puissance sans précédent. À la grande surprise du président américain, Staline conserve son attitude de sphinx, se contentant de remercier poliment. Truman l'ignore : le maître de Moscou connaît depuis bien plus longtemps que lui l'existence de *Manhattan*.

Chasse aux sorcières

Winston Churchill ne s'en est jamais caché : il déteste le communisme. Une attitude certes cohérente pour un membre du Parti conservateur, mais doublée d'un rejet viscéral. « Je n'ai rien contre les Russes. Je suis

violemment anticommuniste », déclare-t-il en 1954 dans une conférence de presse aux États-Unis. Avant d'ajouter avec sa malice coutumière : « Je suis prêt à parier que si vous leur laissiez une chance de saisir l'opportunité d'accéder au confort matériel et au bonheur, [...] ils ne la laisseraient pas passer². » Certes, au cours de la Seconde Guerre mondiale, Churchill soutient ardemment l'effort de guerre de l'URSS, du moins à partir de juin 1941, lorsque Hitler rompt brutalement le pacte de non-agression germano-soviétique. Plaçant de côté son aversion pour Staline, le Premier ministre britannique milite sincèrement pour apporter de l'aide matérielle à l'Armée rouge. Cette alliance d'opportunité vise d'abord à détourner la pression exercée par le Reich nazi sur le Royaume-Uni, puis par la suite à éviter un effondrement de l'URSS, dans la perspective de maintenir l'armée allemande sous la pression de plusieurs fronts. Churchill déclare ainsi à la Chambre des communes peu après l'offensive allemande à l'Est : « Si Hitler envahissait l'enfer, je mentionnerais au moins le diable en termes favorables³. »

Ce soutien intéressé n'empêche pas une méfiance constante face à l'Oncle Joe – le surnom de Staline conféré par les Alliés. À partir de 1944, lorsque le commencement de la fin semble évident pour l'Allemagne de Hitler, Churchill prophétise déjà l'après, qui pourrait bien prendre les formes d'une troisième guerre mondiale, Ouest contre Est. L'engouement des civils occidentaux pour les victoires soviétiques ne manque pas de l'inquiéter, à la veille du débarquement de Normandie. C'est d'ailleurs l'une des principales raisons de son opposition au *Transportation Plan* de Solly Zuckerman : la crainte de voir les civils français bombardés se retourner contre les Alliés.

Hélas pour Churchill, il existe aussi des communistes au Royaume-Uni. Le Communist Party of Great Britain (CPGB), créé en 1920, suit toutefois fidèlement la ligne officielle après juin 1941, en accord avec le gouvernement de coalition de Churchill, militant pour la défaite de l'Allemagne. La menace provient surtout des nombreux agents soviétiques infiltrés. Les services secrets de Moscou, probablement les meilleurs de tous, surveillent tout le monde et partout, du Japon aux États-Unis. La paranoïa de Staline, qui n'a d'égale que celle de Hitler, a permis d'édifier depuis le début des années 1920 un vaste réseau d'espionnage en Europe et dans le monde, fort de près d'un millier d'agents à la fin des années 1930. Au Royaume-Uni, les services de contre-espionnage (*Security Service* ou MI5) traquent aussi bien les agents communistes que nazis – avec davantage de succès contre ces derniers, en partie retournés pour en faire des agents doubles dans le cadre de l'opération *Overlord*⁴.

Pour le MI5, tout membre du Parti communiste ou sympathisant a toutes les chances d'être suspecté d'espionnage, comme l'indique une note des services secrets rédigée par Roger Hollis, futur directeur général du MI5 dans les années 1950 :

Les membres du Parti communiste disposent d'une loyauté divisée en deux parties distinctes. Et selon notre expérience, lorsque ces deux loyautés parviennent en conflit, la

loyauté envers le Parti a tendance à être plus forte que celle pour leur pays. Le Parti communiste est connu pour obtenir des informations ultraconfidentielles de ses membres ; il importe de considérer le fait que tout membre du Parti communiste puisse être un informateur. Il serait dangereux d'estimer que toute information secrète en possession d'un communiste n'a pas déjà été communiquée au Parti, puis aux Russes⁵.

Au début de la Seconde Guerre mondiale, les candidats à la suspicion du MI5 ne manquent pas au Royaume-Uni. Et ceux-ci sont fort nombreux dans les rangs des universitaires et autres scientifiques. Benjamin Farrington, un helléniste irlandais réputé parti enseigné en Afrique du Sud dans les années 1920, trouve le monde scientifique britannique changé à son retour à Londres en 1935 : « Mon impression lorsque je parvins à Londres et commençais à discuter, était que la moitié des marxistes que je rencontrais étaient des scientifiques⁶. » Certes, Farrington est lui-même un fervent communiste, ce qui l'aide peut-être à enjoliver son point de vue, mais le fait est que moult scientifiques de renom sont effectivement solidement ancrés à gauche. John Bernal, Patrick Blackett, Robert Watson-Watt, Cecil Gordon, Geoffrey Pyke ou encore Solly Zuckerman ne font peu ou pas du tout mystère de leurs sympathies socialistes ou communistes. Les trois premiers sont ainsi membres et tour à tour présidents de l'Association of Scientific Worker, une association fortement marquée du sceau communiste⁷.

L'université de Cambridge, où exercent notamment Blackett et Bernal, constitue une plaque tournante de courants fortement marqués à gauche. Le Cambridge Scientists Anti-War Group en fait partie. De nombreuses raisons expliquent ces penchants. Les classes supérieures ont tendance à favoriser les lettres classiques et les sciences humaines, considérées comme nécessaires pour une éducation correcte. À l'inverse, les classes inférieures sont susceptibles de percevoir les sciences « dures » comme vectrices de progrès technique, d'ouverture et de modernité, tout en récompensant les meilleurs étudiants, en opposition apparente avec l'élitisme social et le conservatisme. Un constat qui n'a aucunement valeur de règle générale, comme en atteste Lord Cherwell, physicien et produit type de ce même élitisme social.

Au cours de la Seconde Guerre mondiale, la tendance socialisante ou communiste des scientifiques ne manque pas d'inquiéter les autorités britanniques. Nombre d'entre eux sont des conseillers très haut placés, et initiés aux plus grands secrets : Solly Zuckerman connaît le lieu et la date du débarquement de Normandie, tout en ayant accès à ULTRA. Robert Watson-Watt sait tout des radars, et Patrick Blackett siège au comité MAUD sur la bombe atomique. Le scientifique britannique le plus ouvertement en faveur de Moscou est John Bernal, lui aussi dans le secret d'*Overlord*, avec les ports *Mulberry*. Au début des années 1930, le physicien de Cambridge s'est rendu à plusieurs reprises à Moscou et Leningrad pour intervenir dans des conférences sur la cristallographie des rayons X, devenant une célébrité en URSS. La publication en 1939 de son *Social Function of Science* achève de clarifier son statut desscientifique de gauche. « Dans la théorie marxiste, la science a

toujours possédé une place importante, écrit-il. La science ne doit plus être utilisée pour augmenter les profits », mais plutôt en faveur du progrès social⁸. Au cours du conflit, Bernal est autorisé à se rendre au Canada, aux États-Unis et en Inde, mais se voit refuser l'accès à l'URSS, même en mai 1945 pour assister au 220^e anniversaire de l'Académie des sciences de l'URSS⁹.

Car, depuis le début de la guerre, John Bernal figure en bonne place sur la liste des suspects du MI5. Le 26 novembre 1940, une conversation téléphonique surprise en anglais et en allemand alarme aussitôt les services secrets britanniques : « Nous ignorons la signification de ce qui a été dit en allemand, et le fait que les interlocuteurs aient subitement changé de langue rend la chose suspecte¹⁰. » Les interceptions de lettres et rapports se succèdent tout au long de la guerre, et à une période aussi tardive que le mois de juin 1945, Bernal est encore épié toute la journée :

Le mercredi 6 juin 1945, le professeur Bernal s'est rendu à son bureau de Richmond Terrace comme d'habitude. Il l'a quitté à 12 h 55 en portant une pile de papiers, et s'est dirigé vers un kiosque à Whitehall pour téléphoner. À l'issue de cet appel, il est retourné à son bureau ; la surveillance a continué jusqu'à 19 h 30, mais il n'a plus été aperçu. Sa voiture était toujours garée à sa place habituelle, mais il est bien sûr possible qu'il soit parti à pied par une autre sortie¹¹.

Une filature aussi ennuyeuse qu'improductive, qui se termine quatre jours plus tard par une conclusion raisonnable : « Il n'a jamais été aperçu avec une personnalité communiste connue, et la surveillance est désormais levée¹². » Ce même 10 juin, les services secrets britanniques sont bien obligés de l'admettre : « Nous n'avons aucune preuve que Bernal ait jamais révélé au Parti communiste quelque détail que ce soit sur les travaux très secrets réalisés tout au long de la guerre¹³. » En 1947, Bernal, désormais président du comité scientifique du ministère du Travail, n'a toujours rien à se reprocher, mais suscite tout de même un reste de méfiance de la part du MI5 :

Bernal est, bien sûr, un scientifique très distingué, et les autorités britanniques l'ont nommé à des postes lui donnant accès à des informations hautement confidentielles. Nous n'avons aucune preuve qu'il ait jamais fait un usage improprie de ce savoir. Dans tous les cas, nous pensons qu'il s'agit d'un homme dont il convient de suivre les activités avec attention¹⁴.

Un autre scientifique connu, camarade de Bernal et œuvrant lui aussi aux Opérations combinées de Louis Mountbatten, est étroitement surveillé : Geoffrey Pyke. Déjà en 1915, dans le cadre de son aventure rocambolesque en Allemagne, Pyke était soupçonné d'être « pro-allemand¹⁵ ». L'inventeur ne fait pourtant aucunement mystère de son soutien à la cause communiste, bien visible durant la guerre d'Espagne. À partir de 1942, les Opérations combinées ne manquent pas d'attirer l'attention du MI5, son « Département des talents sauvages » abritant John Bernal, Geoffrey Pyke et Solly Zuckerman, tous connus pour leurs tendances à gauche. L'épouse de

Mountbatten, Edwina, ne cache pas elle-même ses sympathies pour la cause communiste. Les conversations entre le chef des Opérations combinées et Pyke font l'objet de rapports :

Pyke a déclaré dans une conversation privée qu'à part pour des raisons techniques, il était à ce point insistant sur la coopération avec les Russes parce qu'il voulait bien leur faire comprendre qu'aucune de ses inventions ne serait jamais utilisée contre eux, si jamais un conflit survenait entre le Royaume-Uni et la Russie à l'issue de cette guerre. Il signifiait par là qu'en cas de conflit, il serait du côté des Russes¹⁶.

Geoffrey Pyke est effectivement un sympathisant du communisme, menant quelques actions souterraines sans grande portée. Il décide ainsi au début de la guerre de créer une agence secrète communiste, chargée de dresser un état de la presse étrangère, et de sonder l'opinion publique en Europe occupée. Las, les 25 tonnes de documentations réunies dans un entrepôt flambent durant le *Blitz*, stoppant net le projet¹⁷. Il est par la suite en contact avec plusieurs agents cryptocomunistes, dont en 1942 Peter Smollett, chef de la section russe du ministère de l'Information et accessoirement espion du NKVD, et aussi les intellectuels allemands en exil Jürgen Kuczynski et Heinz Kamnitzer, tous deux fervents communistes¹⁸. Malgré ces relations, Pyke n'est pas lui-même membre du Parti communiste, se déclarant avant tout antifasciste et anticapitaliste, prêchant pour une société égalitaire et fondée sur le mérite. Il n'a jamais été un agent du NKVD, ni même un vecteur de propagande, conformément à sa libre-pensée. Usé par une vie d'inventions et d'échecs, Pyke sombre dans la mélancolie tout en participant à une étude du National Health Service, sur le projet de réformer le statut des infirmières. Il se suicide le 23 février 1948, le rapport de police indiquant une « overdose de phénobarbital¹⁹ ». John Bernal lui rend un vibrant hommage dans les colonnes du Manchester Guardian :

Avec la mort de Geoffrey Pyke l'Angleterre a perdu l'un de ses plus grands génies, et certainement le moins reconnu. [...] L'imagination était sa première caractéristique, et en partie la cause de sa perte. Il avait la faculté de saisir les tenants d'une situation et de les atteindre par les méthodes les plus évidentes, tellement évidentes que personne d'autre n'y aurait pensé²⁰.

Solly Zuckerman et Patrick Blackett (qui ne sont aucunement affiliés au Parti) sont également un temps suspectés de collusions, le premier l'étant après-guerre en 1948 sur une dénonciation calomnieuse. Tous deux sont finalement considérés comme fiables²¹. Ainsi, cette chasse aux sorcières communistes effectuée par le MI5 s'est ironiquement concentrée sur des scientifiques qui, loin d'être de quelconques espions à la solde de l'allié soviétique, ont au contraire servi sincèrement et souvent de manière précieuse leur pays, en s'engageant tous volontairement dans la recherche opérationnelle.

Et pourtant, les services secrets britanniques ont tout à fait raison de se

montrer suspicieux sur leurs intellectuels, universitaires et autres scientifiques engagés au service de l'effort de guerre. Il y a effectivement quelque chose de pourri dans le Royaume-Uni. Les services secrets soviétiques sont bel et bien présents en force dans plusieurs services d'État d'importance cruciale. Mais encore faudrait-il chercher au bon endroit.

Le club des Cinq

Dans les années 1930 et 1940, pour trouver des espions britanniques à la solde de Moscou, il n'est pas nécessaire d'être un détective chevronné. Il suffit de remonter aux sources de jeunes cerveaux alimentant Bletchley Park : Oxford et surtout Cambridge. Au sein de cette dernière université existe depuis le début du XIX^e siècle une société secrète d'intellectuels, les *Cambridge Apostles* (« apôtres de Cambridge »). Ce groupe d'étudiants réunit l'élite de l'élite, la quintessence des intellectuels, issus des très prestigieux King's et Trinity College. À l'origine, lors des réunions du samedi soir, on parle surtout de poésie, et fort peu de politique. Les langues anciennes, l'histoire, la poésie, la musique font la loi, et non pas la physique ou les mathématiques. L'élection secrète au titre d'apôtre est un marqueur décisif dans la jeune vie des étudiants – le plus souvent de bonne famille. « L'événement le plus important dans ma vie à Cambridge », déclare le poète Julian Bell, qui avait « atteint le pinacle de l'intellectualisme de Cambridge »²². Par principe, il n'existe aucun tabou dans les sujets de discussion. Nombre de ses membres sont homosexuels, tel Bell. La contemplation de la beauté, chère à Platon, fait partie des centres d'intérêt des jeunes étudiants. Pour les prétendants au titre suprême d'apôtre, un physique avantageux peut à l'occasion s'avérer plus déterminant que les capacités intellectuelles.

Au début des années 1930, l'âge d'or des *Cambridge Apostles* se termine. La société n'a plus grand-chose de secret, nombre de non-membres connaissant son existence. Surtout, l'on n'y parle moins de poésie que désormais de politique. Les thèses de Marx sont alors à la mode. Les temps sont à l'exaltation de l'idéal communiste, si séduisant sur le papier des beaux livres de bibliothèque – mais sans grand rapport avec la terreur stalinienne alors en cours en URSS. Au milieu des années 1930, deux hommes font partie des meneurs des *Cambridge Apostles*. Le premier, Guy Burgess (1911-1963) est étudiant en histoire. Le second, Anthony Blunt (1907-1983), est historien de l'art – l'un des plus brillants de son époque. Tous deux ont plusieurs points communs : ils appartiennent au Trinity College, ils sont homosexuels – Julian Bell est l'amant d'Anthony Blunt jusqu'à sa mort en Espagne en 1937, tué dans les rangs républicains. Ils sont également de tendance nettement marxiste. Accessoirement, ce sont aussi deux agents du NKVD, la meurtrière police politique contrôlée de main de fer par Staline – dont il nomme lui-

même les directeurs, qu'il fait régulièrement exécuter.

Guy Burgess et Anthony Blunt forment le noyau des *Cambridge Five* (« Cinq de Cambridge »), tous issus des *Cambridge Apostles*. L'histoire des cinq espions britanniques de Staline est désormais bien connue. Burgess est affecté au MI6 (le Renseignement extérieur), à la section D, chargée de soutenir les groupes de résistance contre le nazisme, de manière matérielle et aussi par le biais de la propagande pour Burgess, en relation avec la BBC²³. Au MI6 se trouve également l'un des amis de Burgess à Cambridge, Kim Philby (1912-1988), ancien étudiant en économie au Trinity College. D'abord chargé des services de renseignements britanniques en Espagne, Philby réussit un coup de maître en 1944, en créant et prenant la tête de la « section IX ». Dans le contexte de montée en tension face à l'Ours soviétique, Kim Philby est chargé de traquer spécifiquement les agents du NKVD et du GRU au Royaume-Uni – c'est-à-dire les espions comme lui. Il peut librement détourner l'attention des agents communistes, tout en informant Moscou des menées britanniques²⁴.

Au Foreign Office, Moscou dispose du diplomate Donald Duart Maclean (1913-1983), ancien étudiant en langues vivantes au Trinity College, excellent en allemand, recruté par son ami Kim Philby. Anthony Blunt officie pour sa part au MI5, le service de contre-espionnage ironiquement chargé de démasquer tous les espions sur le sol britannique – dont il fait partie. Le dernier homme généralement reconnu comme appartenant aux « Cinq de Cambridge » est John Cairncross, lui aussi ancien étudiant en langues vivantes au Trinity College, remarquablement brillant en français et en allemand. Il est repéré par Blunt en février 1937, qui l'introduit auprès de Guy Burgess. Ce dernier le décrit ainsi dans un rapport pour Moscou en mars 1937 :

J'ai eu de longues discussions avec lui sur des thématiques françaises et anglaises, et à propos de l'histoire de France. À partir de ces échanges nous avons dérivé sur la politique [...], nous avons parlé de révisionnisme, de super-impérialisme [notion marxiste], de conservatisme et de marxisme. Je me suis fait une opinion préliminaire à son sujet. Pour quelle raison nous a-t-il rejoint ? Il obéissait à des raisons purement culturelles, et non pas sociales ou radicales²⁵.

Un engagement typiquement idéaliste, loin de toute réalité de terrain. Après un passage au Foreign Office, John Cairncross rejoint nombre de ses anciens camarades de Cambridge au saint des saints des services secrets : Bletchley Park. D'août 1942 à mai 1943, Cairncross est pour le moins occupé. Il effectue consciencieusement son travail officiel, décrypter les messages Enigma de l'armée allemande, qu'il transmet également en toute discrétion à Moscou. Ceux-ci incluent des messages de la Luftwaffe, des manuels de cryptanalyse, et aussi des instructions pour venir à bout des machines de Lorenz²⁶. Car Cairncross dispose de l'accès à *Tunny*, comme les décodeurs britanniques surnomment les appareils utilisés par le haut-commandement de l'armée allemande.

Le coup d'éclat le plus marquant de John Cairncross survient au printemps 1943, trois mois après la défaite allemande à Stalingrad. L'armée allemande en retraite s'est alors ressaisie grâce aux talents de son meilleur stratège, Erich von Manstein. Une puissante contre-offensive a permis de sévèrement bousculer l'Armée rouge éreintée et de reprendre Kharkov et Belgorod, tout en plaçant une forte pression sur Koursk. Un message *Tunny* daté du 25 avril 1943 est alors intercepté à Bletchley Park. Signé par le maréchal Maximilian von Weichs, commandant en chef du groupe d'armées Sud, ce document évoque les plans d'une offensive allemande contre Koursk baptisée *Zitadelle*, avec une évaluation détaillée des forces et des faiblesses des troupes soviétiques situées autour de la ville. Les Britanniques transmettent l'information à Moscou le 30 avril suivant, mais comme à leur habitude sans évoquer leurs sources de renseignement, le décodage ULTRA devant rester secret, même pour leurs alliés soviétiques²⁷.

Toutefois, John Cairncross envoie le même message décrypté à Moscou, de manière clandestine. Même s'il niera dans ses Mémoires après guerre avoir jamais révélé à Moscou l'existence d'ULTRA²⁸, ses multiples envois de messages décodés indiquent clairement aux Russes l'habileté des Alliés à vaincre les chiffres allemands. Staline dispose ainsi du message original envoyé par son agent, et de la confirmation diligemment prodiguée par les Alliés. Ce qui serait toutefois insuffisant pour venir à bout de la méfiance farouche du dictateur soviétique, imperméable aux renseignements transmis par les agents britanniques. Heureusement pour l'Armée rouge, la menace d'une offensive allemande sur Koursk est également confirmée par un autre réseau de renseignement, cette fois-ci établi en Suisse. L'Allemand Rudolf Roessler, l'un des meilleurs agents soviétiques, indique la même menace sur Koursk grâce à sa source *Lucy* implantée dans le haut-commandement à Berlin, et dont les membres demeurent toujours en partie mystérieux²⁹. Lorsque débute l'opération *Zitadelle* au début de juillet 1943, l'Armée rouge attend de pied ferme l'armée allemande ; la bataille de Koursk marque la dernière offensive de la Wehrmacht allemande à l'Est, et le début de la marche victorieuse des Soviétiques sur Berlin.

Les agissements des Cinq de Cambridge – et très probablement de nombreux autres agents encore mal identifiés – passent inaperçus des services de contre-espionnage britanniques. La défection de Guy Burgess et Donald Maclean en 1951 jette tardivement la suspicion sur leurs activités et menace un temps Kim Philby, qui se sort admirablement de cette mauvaise passe et est blanchi. Seule la défection douze ans plus tard d'un agent russe du KGB (successeur du KNVD), Anatoli Golitsyne, permet de confondre Maclean et Burgess, toujours réfugiés en Russie. Même s'il ne connaît pas Kim Philby de nom, Golitsyne donne toutefois suffisamment d'informations sur le Britannique, qui finit par avouer en 1963 et s'exile à son tour en URSS³⁰.

Kim Philby n'a cependant rien révélé sur les deux derniers des Cinq de Cambridge, John Cairncross et Anthony Blunt. Le 23 avril 1964, ce dernier

finit par découvrir à son tour le goût de la trahison. Et celle-ci est douloureuse, puisqu'il s'agit de l'un de ses nombreux anciens amants, l'Américain Michael Straight venu étudier à Cambridge dans les années 1930, et ex-membre des *Cambridge Apostles*³¹. Le nom de John Cairncross est également cité, attisant encore le scandale national né l'année précédente. La possibilité qu'il ait pu y avoir un espion soviétique à Bletchley Park jette la consternation en haut lieu, en pleine guerre froide. Plus de vingt ans après les faits, les Britanniques redécouvrent une affaire dont ils méconnaissaient l'ampleur ; John Cairncross avait été suspecté lors de la défection de Donald Maclean en 1951, et n'avait fait que des aveux partiels, avant de partir travailler aux États-Unis. Ses activités insidieuses à Bletchley Park entre 1942 et 1943 demeurent toutefois largement inconnues, comme l'indique un rapport adressé au Premier ministre Alec Douglas-Home en février 1964 :

Nous avons reçu une note de Washington qu'un ancien employé d'État dénommé Cairncross [...] a avoué, sous l'interrogatoire de MI5 à Washington, qu'il avait espionné pour le compte de la Russie de 1936 à 1941. Cette affaire, si elle devait être connue, ou lorsqu'elle sera connue, pourrait donner lieu à des embarras politiques. Pourquoi cette confession a-t-elle dû être obtenue aux États-Unis et non pas à Londres ? À l'époque de son service, a-t-il eu accès à des documents importants ou hautement confidentiels³² ?

Ces spectaculaires ratés des services secrets britanniques ne manquent pas d'interroger. Certes, les espions britanniques du NKVD ne portent pas directement préjudice aux Alliés durant la Seconde Guerre mondiale. À l'inverse, les informations transmises par John Cairncross peu avant la bataille de Koursk participent à l'objet commun : vaincre l'Allemagne nazie. Toutefois les Cinq de Cambridge – et leurs autres camarades – se révèlent autrement plus inquiétants pour les Britanniques à l'issue du conflit, lorsque débute la guerre froide. Comment le MI5, aussi zélé pour suspecter les mauvaises cibles (John Bernal, Geoffrey Pyke...) a-t-il réussi à demeurer aveugle sur d'autres anciens serveurs de l'État passés eux aussi par le foyer du communisme à Cambridge ?

Parmi les explications possibles figure, une nouvelle fois, le poids des traditions culturelles solidement ancrées dans l'Angleterre des années 1940. Quatre des membres du groupe de Cambridge, à l'exception de John Cairncross issu de la classe moyenne, proviennent tous des classes supérieures dirigeantes britanniques. Cette qualité de naissance est censée impliquer la confiance mutuelle, la droiture innée, et l'impossibilité raisonnée de trahir l'État. Dans les ministères les postes clés sont tenus par des hommes bien nés et passés par des établissements supérieurs prestigieux, qui sont donc hors de soupçons. « Pendant des siècles, le ministère avait fonctionné sur la base de la confiance », témoigne un officier de sécurité au Foreign Office. « Dans cette atmosphère familiale, la présence d'une brebis galeuse parmi eux était inconcevable³³. »

Certes, Geoffrey Pyke est lui-même issu de la classe moyenne

supérieure et est passé par Cambridge, ce qui pourrait suffire à le dédouaner. Mais outre son tort insupportable d'avouer de lui-même ses sympathies communistes, Pyke est également juif. Une caractéristique qui n'est pas si anodine dans l'Angleterre des années 1940. L'est londonien accueille alors une forte émigration juive des pays de l'Est depuis le siècle dernier, chassée par l'oppression tsariste. Un antisémitisme populaire existe bel et bien, touchant également le MI5, qui recrute lui-même largement dans les classes moyennes et ouvrières – à l'inverse de l'élitiste MI6. Ainsi les références à Pyke dans les rapports du MI5 le présentent-elles parfois d'entrée par ses origines : « M. Geoffrey Pyke est un juif résidant au³⁴... » L'arrivée des nazis au pouvoir en 1933 débouche sur un flot de 80 000 réfugiés en Angleterre, dont 90 % sont juifs³⁵. L'attention du MI5 se focalise particulièrement sur ces arrivants, susceptibles d'être des espions communistes ou nazis, c'est-à-dire de véhiculer la peste ou le choléra. Pendant ce temps, les véritables agents de Moscou – certes issus de bonnes familles britanniques – peuvent tranquillement espionner aux postes clés.

Dans cette guerre secrète des renseignements, les Soviétiques disposaient d'hommes idéalement placés, au Foreign Office, au MI6, au MI5 et notamment à Bletchley Park. Mais à part ULTRA, les Alliés recèlent encore un autre grand secret depuis 1942, *a priori* plus sûr : la confection de la bombe atomique, qui cette fois n'est pas abritée en Angleterre, mais à des milliers de kilomètres, aux États-Unis. La distance géographique ne compte toutefois pas pour Staline. L'un de ses pires ennemis, Léon Trotski, l'a appris à ses dépens peu auparavant, le 21 août 1940, en s'effondrant sous la hache d'un tueur, à Mexico.

Le bébé est né

L'attrait de nombreux universitaires britanniques pour le régime de Moscou repose certes sur les principes d'idéaux communistes définis par Karl Marx, mais aussi sur une certaine idée de la science développée par l'URSS. À l'inverse du Royaume-Uni, les sciences dures et leurs applications n'y sont pas perçues de manière condescendante. « Je ne pense pas qu'il soit déshonorant pour un professeur russe de chimie d'œuvrer dans les sciences appliquées³⁶ », déclarait en 1901 le grand chimiste Vladimir Markovnikov (1838-1904) de l'université de Moscou. Sous l'ère soviétique, les sciences et les technologies font partie d'un vaste arsenal de propagande, vecteur de la puissance rayonnante de l'URSS.

Les recherches sur la radioactivité intéressent de près les scientifiques soviétiques durant l'entre-deux-guerres. Contrairement aux pays européens, la Russie et le Kazakhstan disposent d'immenses gisements d'uranium – encore mal connus. La découverte du neutron en 1932 par James Chadwick puis les travaux pionniers d'Enrico Fermi en 1934 attisent les études sur l'uranium

conduites à l'Institut du radium à Leningrad. L'un des plus brillants physiciens soviétiques y officie : le Russe Igor Vasilievich Kourtchatov (1903-1960). Docteur de l'université de Crimée, Igor Kourtchatov intègre l'Institut du radium en 1935 et participe directement à la réalisation d'un cyclotron, qui commence à fonctionner dès 1937, trois ans avant le cyclotron parisien de Frédéric Joliot-Curie³⁷. À l'orée de la Seconde Guerre mondiale, la recherche nucléaire soviétique fait globalement jeu égal avec l'Europe et les États-Unis.

La séparation de l'atome obtenue par Otto Hahn en 1939 précipite la création d'une Commission sur l'uranium le 30 juin 1940, sous l'égide de l'Académie des sciences de l'URSS. Équivalente au futur comité MAUD britannique, cette commission se charge de développer des méthodes pour séparer efficacement les isotopes de l'uranium et obtenir une réaction en chaîne contrôlée, tout en militant auprès du gouvernement soviétique pour disposer de subventions conséquentes. Igor Kourtchatov, membre de cette Commission sur l'uranium, publie au début de l'année 1941 un mémoire sur la réaction en chaîne, théoriquement réalisable, mais se heurtant dans l'immédiat à des problèmes insolubles :

Bien que la possibilité d'une réaction en chaîne nucléaire ait été établie en principe, toute tentative pratique d'initier cette réaction à l'aide des systèmes en cours d'étude se heurte à de formidables difficultés. [...] Peut-être les années à venir nous prodigueront-elles les moyens de résoudre ces problèmes³⁸.

Les mois à venir apportent surtout de nouveaux problèmes, brutalement matérialisés par l'offensive allemande le 22 juin 1941. La Commission sur l'uranium cesse rapidement ses activités. Face à la menace nazie, les centres de recherches de Leningrad et de Moscou sont évacués dans le Kazakhstan. La plupart des physiciens nucléaires russes sont réquisitionnés pour les besoins immédiats de l'effort de guerre. De manière pragmatique, les recherches se tournent vers les armes conventionnelles, avec le développement de nouveaux obus antichars et de roquettes sol-sol, les fameuses *Katiouchas* tirées par les « orgues de Staline ».

L'un des jeunes collègues d'Igor Kourtchatov ne peut toutefois s'empêcher de rester passionné par la recherche nucléaire. Diplômé de l'Institut polytechnique de Leningrad, Georgy Nikolayevich Flyorov (1913-1990) est intégré au début des hostilités dans l'Académie de l'air de Leningrad, travaillant sur le développement de bombardiers. Particulièrement doué, le jeune homme vient en 1940 de mettre en évidence le principe de la fission spontanée, qui intervient sans apport extérieur de neutrons. Et, depuis cette même année, Flyorov est en parallèle intrigué par l'étrange silence régnant sur la recherche atomique dans les revues scientifiques anglo-saxonnes. Les chercheurs européens et américains, d'ordinaire si prompts à publier leurs résultats, semblent désormais silencieux. Pour Flyorov, l'évidence s'impose : les Américains, les Anglais et les Allemands sont très

probablement en train de secrètement développer des armes atomiques. Il faut agir. Après avoir échoué à convaincre ses supérieurs directs, Flyorov décide de marcher dans les pas de Leó Szilárd et d'Albert Einstein, et d'écrire une lettre à Staline.

En théorie, tout citoyen soviétique est libre de s'adresser au camarade Staline. Dans la pratique, la démarche requiert une audace consommée. Georgy Flyorov n'en manque pas. En avril 1942, alors que l'Armée rouge essuie revers sur revers d'un bout à l'autre de l'immense front de l'Est, le jeune physicien informe le dictateur soviétique sur le danger évident de voir l'URSS dépassée par l'Ouest, et sur le « mur de silence » auquel il ne cesse de se heurter dans ses messages de prévention :

Cette lettre est la dernière ; ensuite, je baisserai les bras et attendrai de voir le problème [de posséder l'arme atomique] résolu par l'Allemagne, le Royaume-Uni ou les États-Unis. Les conséquences seront si importantes que les temps ne seront plus à décider qui s'est montré coupable du fait d'avoir abandonné les recherches en URSS³⁹.

Plus de deux ans après la « lettre d'Einstein », la « lettre de Flyorov » fait forte impression au Kremlin. Toutefois, le maître des lieux est déjà bien informé depuis l'année précédente des réalisations de ses alliés anglo-saxons. Rien n'échappe aux réseaux tentaculaires (et rivaux) des services de renseignement du NKVD et du GRU, qui savent pleinement profiter des élans communistes au sein de chaque nation. Le très secret rapport MAUD finalisé par James Chadwick est déjà depuis longtemps entre les mains de Staline. L'auteur de cette fuite figure très certainement dans les fameux « Cinq de Cambridge », en la probable personne de John Cairncross. Avant d'œuvrer à double sens à Bletchley Park à partir de 1942, l'ancien étudiant du Trinity College de Cambridge avait auparavant sévi au Foreign Office, subtilisant des documents de première importance⁴⁰.

Toujours suspicieux quant à ses espions occidentaux, Staline pourrait théoriquement compter sur une autre source d'informations. Le physicien allemand Klaus Fuchs (1911-1988) fait partie de ses meilleurs espions. Fils d'un pasteur luthérien, Fuchs n'est pas d'origine juive contrairement à nombre de ses collègues exilés, mais possède un défaut tout aussi désagréable aux yeux des autorités nazies : il est communiste. « Je pensais que nous ne pouvions pas stopper Hitler en coopérant avec des partis bourgeois », dira-t-il après guerre ; « seule une classe ouvrière unie était en mesure de le faire⁴¹ ». Adhérant au Parti en 1932 à l'âge de 21 ans, Fuchs manque aussitôt d'en payer les conséquences au sein de son université à Kiel, condamné à mort par d'autres étudiants partisans de Hitler. Fuchs leur échappe et rejoint l'université de Berlin en 1933, pour en être bientôt expulsé par l'arrivée des nazis au pouvoir. Il choisit à son tour l'exil, et est accueilli par l'université de Bristol. Rapidement repéré par ses professeurs pour ses compétences remarquables, docteur en physique théorique en 1937, Klaus Fuchs accepte une offre d'enseignement de Max Born, lui aussi réfugié et professeur à

l'université d'Édimbourg. Tous deux publient plusieurs articles sur la recherche nucléaire ; en 1939, Fuchs est suffisamment connu pour recevoir une offre de l'un de ses collègues allemands, Rudolf Peierls, auteur du fameux mémorandum avec son collègue Otto Frisch. Il est engagé pour travailler sur le projet de la bombe atomique britannique⁴².

Rudolf Peierls est à l'instar de Klaus Fuchs un spécialiste de physique théorique. Les deux hommes collaborent en bonne intelligence sur l'aspect théorique de la bombe atomique, alors que James Chadwick, Franz Simon et entre autres Mark Oliphant se penchent sur les questions pratiques. Mais tout comme John Cairncross et tous les autres espions de Cambridge, Fuchs effectue des heures supplémentaires non officielles, en transmettant des informations secrètes à Ursula Kuczynski, elle aussi une Allemande communiste, et professionnelle expérimentée du GRU. Klaus Fuchs déclarera par la suite avoir « une confiance complète dans la politique russe », et estimant que « les Alliés laissaient délibérément la Russie et l'Allemagne s'entre-détruire »⁴³.

Dans les premiers mois de l'année 1942, Staline dispose ainsi des rapports de Klaus Fuchs, et d'au moins un autre agent britannique (probablement John Cairncross), auxquels s'ajoute en avril 1942 la lettre de Georgy Flyorov. Le dictateur soviétique finit par prendre la décision de relancer les recherches nucléaires en novembre 1942. Igor Kourtchatov est retenu pour diriger le projet d'armement nucléaire de l'URSS en tant que directeur scientifique. Le 15 février 1943, Staline décide d'établir un nouveau centre de recherches nucléaires ; ce sera le Laboratoire n° 2, à Moscou⁴⁴.

Le projet nucléaire soviétique reçoit initialement des fonds très modérés. Igor Kourtchatov ne croit pas à la possibilité de réaliser une bombe atomique avant la fin des hostilités, ni même avant les Alliés. Les scientifiques soviétiques ont pris trop de retard, et partent de trop loin. Staline non plus ne croit pas à cette éventualité. Les services de renseignements du KNVD et du GRU rapportent par ailleurs des nouvelles rassurantes sur le projet de bombe nazie, lui aussi très peu avancé. À défaut de pouvoir concurrencer pour l'instant les Américains, les Soviétiques profitent tout de même des renseignements provenant du Royaume-Uni pour orienter leurs recherches. En mars 1943, Igor Kourtchatov est informé des éléments communiqués par Klaus Fuchs :

Les documents indiquaient le sérieux et le niveau d'intensité atteint par la recherche scientifique en Grande-Bretagne sur la question de l'uranium. Ils permettaient aussi d'obtenir de très importantes lignes de conduite pour notre recherche, et de nous éviter de nombreuses phases de durs travaux préliminaires, tout en nous enseignant de nouvelles méthodes scientifiques et techniques⁴⁵.

Parmi ces innovations figurent la diffusion gazeuse développée par Franz Simon à Oxford, et aussi la découverte des éléments 93 et 94 (neptunium et plutonium) susceptibles de supprimer la délicate opération

consistant à séparer les isotopes de l'uranium. Malgré ces informations, le projet nucléaire soviétique tourne au ralenti jusqu'à la fin de la guerre, se cantonnant aux recherches théoriques. Staline, à la fois bien renseigné sur son ennemi et ses alliés temporaires, et aussi peu au fait du potentiel de la bombe atomique, n'estime pas l'affaire urgente.

À la fin de l'année 1943, suivant le *Quebec Agreement*, le projet nucléaire britannique *Tube Alloys* est fusionné avec le projet américain *Manhattan*. Nombre de scientifiques britanniques et allemands réfugiés sont envoyés aux États-Unis dans le cadre de la British Mission Diffusion dirigée par James Chadwick : Otto Frisch, John Cockcroft, Hans Bethe ou encore Franz Simon. Rudolf Peierls est aussi du voyage en décembre 1943, toujours accompagné de Klaus Fuchs. Les deux hommes travaillent durant neuf mois à New York sur la diffusion gazeuse initialisée par Franz Simon. Dans le cadre de ses activités secrètes d'espion, Fuchs échappe désormais à la tutelle du GRU, pour se placer sous celle du frère ennemi, le NKVD. Son nouvel officier traitant est Harry Gold, un chimiste américain né en suisse et de parents russes. Dès ses premiers mois de travaux sur le sol américain, Fuchs relaie ses activités sur la diffusion gazeuse à Gold, qui les transmet à Moscou. Igor Kourtchatov est ainsi constamment informé des progrès alliés⁴⁶.

En août 1944, Klaus Fuchs est transféré avec Rudolf Peierls dans le saint des saints, Los Alamos. Directement en contact avec l'armement atomique en cours de réalisation, l'espion allemand est en mesure de décrire les dimensions de *Gadget* (la première bombe expérimentale réalisée avec du plutonium), de fournir sa puissance, ainsi que la date et le lieu du test prévu. Le 16 juillet 1945, *Gadget* secoue le désert du Nouveau-Mexique sur plus de 150 kilomètres, déclenchant la nouvelle ère des armes nucléaires. Le lendemain, à l'autre bout du monde, s'ouvre à Potsdam la dernière des grandes conférences interalliées de la Seconde Guerre mondiale. Le nouveau président américain Harry Truman reçoit la confirmation codée de Washington : *Baby is born*⁴⁷.

Sans évoquer directement la bombe atomique, Harry Truman révèle à Staline l'existence d'une nouvelle arme à la puissance inédite. Le dictateur soviétique n'est certes pas surpris, étant bien informé sur la question. Le programme atomique soviétique demeure cependant toujours fort peu avancé. Igor Kourtchatov a seulement obtenu les premières traces de plutonium en octobre 1944, qui ne sera pas disponible en quantités substantielles avant 1946. Staline n'est pas encore vraiment conscient de l'intérêt stratégique de la bombe atomique. Par ailleurs, sa méfiance paranoïaque, confortée par son chef du NKVD Lavrenti Beria, le fait comme d'habitude douter de tout. Même les scientifiques soviétiques œuvrant en URSS, à commencer par Igor Kourtchatov, ne lui inspirent pas confiance. C'est dire si un espion allemand comme Klaus Fuchs travaillant à Los Alamos dans le Nouveau Mexique ne saurait le faire changer d'avis. Pourtant, à l'instar des espions britanniques de Cambridge, Klaus Fuchs n'est pas seul à Los Alamos. Plusieurs autres agents

communistes œuvrent dans l'ombre, dont le jeune prodige américain Theodore Alvin Hall (1925-1999), à peine sorti de Harvard en 1944 à l'âge de 18 ans, qui informe régulièrement Moscou sur *Fat Man*, la seconde bombe au plutonium destinée à détruire Nagasaki.⁴⁸

La situation évolue brutalement les 6 et 9 août 1945. *Little Boy* et *Fat Man* rayent Hiroshima et Nagasaki de la carte, contribuant en partie à terminer la Seconde Guerre mondiale le 2 septembre 1945. Cette fois-ci, Staline saisit enfin le potentiel de l'arme atomique. Dès le 20 août 1945, Lavrenti Beria est nommé à la tête d'un comité spécial sur la bombe atomique, chargé d'accélérer le projet soviétique. Igor Kourtchatov rassemble des dizaines de milliers de scientifiques, ingénieurs, et techniciens. Il lui faudra tout de même quatre ans pour rattraper le retard accusé depuis 1941, en réalisant le premier test nucléaire soviétique en 1949. À cette date, les services secrets américains ont enfin pris conscience de l'ampleur de l'espionnage soviétique. Grâce au « projet *Venona* » – le décryptage des chiffres du NKVD –, Washington démasque un à un les espions atomiques, dont Klaus Fuchs, arrêté en 1950⁴⁹. La guerre froide est lancée.

L'ombre d'un doute

En juillet 1945, la conférence de Potsdam permet aux Alliés de s'entendre sur le destin des hauts dirigeants de l'Axe : ils seront jugés dans le cadre de tribunaux militaires internationaux, en Europe et dans le Pacifique. Par la suite, douze procès seront intentés contre des catégories précises d'accusés, incluant les fameux « procès des médecins ». Cependant, excepté le corps médical, les scientifiques et techniciens de l'Axe ne sont que peu inquiétés par les Alliés. Au contraire, ces derniers sont enclins à fermer les yeux sur leur éventuelle collusion avec le parti nazi. C'est là le privilège des vainqueurs, d'être en mesure de s'arranger avec la moralité. Impressionnés par la qualité et l'avance technologique des armes ennemies, les Alliés entendent bien profiter, de gré ou de force, des services de leurs anciens adversaires. Comme l'écrit le scientifique britannique Reginald Jones, « le second conflit mondial s'acheva sur un paradoxe : en 1945, exception faite de la bombe atomique, c'étaient les vaincus, et non les vainqueurs, qui détenaient les clés de l'avenir⁵⁰ ».

En mai 1945, dès la fin des combats en Europe, les Alliés se précipitent pour littéralement faire leur marché dans les rangs de la recherche allemande. Il s'agit là d'une répétition à grande échelle de la démarche de Lord Cherwell, qui en 1933 venait déjà à Berlin auprès de Walther Nernst recruter des scientifiques allemands d'origine juive pour son laboratoire d'Oxford. L'opération, baptisée *Paperclip*, est ici organisée par le Joint Intelligence Objectives Agency (JIOA), un nouveau service de renseignement spécialement édifié pour l'occasion, et directement piloté depuis le Pentagone,

le grand quartier général flambant neuf de l'armée américaine à proximité de Washington. L'objectif de *Paperclip* est de se doter des meilleures cartes technologiques et scientifiques disponibles pour faire face à un éventuel nouveau conflit mondial, qui ne dit pas encore son nom en 1945. Au total, les Alliés s'emparent de plus de 1 600 scientifiques, ingénieurs et techniciens allemands⁵¹.

La prise de guerre la plus célèbre de l'opération *Paperclip* est certainement l'ingénieur Werner von Braun, responsable de la recherche sur les armes « V ». Notablement compromis dans l'effort de guerre nazi et directement responsable de la mort de milliers de civils britanniques, Werner von Braun se laisse diligemment capturer avec une centaine de ses collaborateurs. Tous se livrent sans difficulté à de nouvelles recherches au service des États-Unis, concevant brillamment les missiles, satellites et fusées de l'après-guerre. L'armée américaine s'intéresse également aux armes bactériologiques et chimiques, et aux expériences réalisées par les médecins nazis. Si les plus compromis d'entre eux sont ostensiblement pendus suite à leur procès (Klaus Schilling, Karl Brandt, Wolfram Sievers...), d'autres échappent curieusement à une sentence similaire, ou même à un jugement.

L'armée de l'air américaine considère avec un intérêt tout particulier les expériences menées par son ancien adversaire, la Luftwaffe. Les tests sur les hautes altitudes disposent désormais d'un puissant intérêt, avec l'hégémonie naissante des avions à réaction. Comme évoqué précédemment, Sigmund Rascher s'est illustré en soumettant les prisonniers de Buchenwald à des tests meurtriers reproduisant les conditions de vol à haute altitude. Les SS ont toutefois mâché le travail des Américains, en fusillant le sinistre individu quelques jours avant la libération du camp. D'autres médecins à l'époque moins connus comme Hubertus Strughold (1898-1986) sont discrètement évacués par l'opération *Paperclip*, échappant à l'avance aux projecteurs de Nuremberg. Ravi d'effacer son passé trouble au service de la Luftwaffe, Strughold dresse une liste de 48 médecins allemands susceptibles de lui être utiles pour mener à bien ses recherches au service de l'US Army Air Force. Celle-ci inclut des docteurs compromis dans les expériences humaines, tels Siegfried Ruff (1907-1989), Konrad Schäfer (1911-date de décès inconnue) ou encore Theodor Benzinger (1905-1999). Siegfried Ruff est inculpé au procès des médecins dans les expérimentations à haute altitude, mais reconnu non coupable. Tous participeront aux programmes de recherches médicales de l'US Air Force, sous l'égide respectée d'Hubertus Strughold⁵².

Les Alliés n'ont toutefois pas attendu la fin des combats pour s'emparer des chercheurs allemands qui les intéressent. Dès 1943, des scientifiques suivent pas à pas la progression des armées alliées en Italie puis en Europe de l'Ouest, parfois au péril de leur vie. La mission *Alsos* précède ainsi de près de deux ans l'opération *Paperclip*, visant de même les scientifiques allemands, mais avec un objectif beaucoup plus précis et des effectifs très réduits. Placée sous l'égide de l'OSRD de Vannevar Bush, composée d'une équipe mixte de

civils et de militaires, il s'agit d'une mission d'espionnage scientifique qui vise moins à obtenir des renseignements utiles pour les Alliés que de déterminer concrètement à quel niveau se situe la recherche ennemie dans une menace jugée faible, mais réelle : la bombe atomique nazie.

Le responsable civil de la mission *Alsos* est le physicien américain Samuel Goudsmit (1902-1978). Né en Hollande et d'origine juive, Goudsmit est docteur de l'université de Leiden en 1927, puis s'expatrie plus tard aux États-Unis pour enseigner la physique. Suite à l'entrée en guerre du pays en 1941, Goudsmit est employé au Massachusetts Institute of Technology pour développer la technologie du radar diligemment prodiguée par la mission Tizard. Bien que spécialiste en physique atomique, Goudsmit n'est pas directement impliqué dans le projet *Manhattan*. Et le scientifique hollandais, qui maîtrise par ailleurs parfaitement l'allemand, est justement choisi pour son manque de connaissances sur la bombe atomique alliée : « En d'autres termes, j'étais utilisable et, si je tombais entre les mains des Allemands, ils ne pouvaient espérer m'arracher aucun secret d'importance⁵³. »

Si les services de renseignements alliés se montrent rassurants sur le peu de probabilité de voir une bombe atomique nazie exploser avant la fin de la guerre, les scientifiques britanniques et américains ignorent toutefois précisément où en sont les efforts de leurs collègues allemands. L'ombre d'un doute ne peut manquer de hanter les esprits, comme l'évoque Samuel Goudsmit :

Nous ignorions presque tout de l'état des travaux allemands sur l'uranium, et le peu que nous en savions, nous l'interprétions presque toujours en leur faveur. Au bout du compte, cette attitude nous fut salutaire, puisqu'elle accéléra notre propre travail. Pourtant, nous aurions beaucoup donné pour en savoir davantage pendant les jours qui précédèrent le Débarquement⁵⁴.

Samuel Goudsmit et ses scientifiques n'obtiennent toutefois guère de résultats avant la fin de l'année 1944. Frédéric Joliot-Curie fait partie des cibles clés de la mission *Alsos*. Suivant de près les troupes françaises et américaines qui libèrent Paris le 25 août 1944, Goudsmit est rapidement en mesure d'interroger le célèbre physicien français, désormais habitué aux visites de scientifiques en uniforme. Mais Joliot-Curie ne sait rien des recherches atomiques en Allemagne. Il s'est contenté de collaborer passivement avec les scientifiques allemands sur son cyclotron, tout en s'engageant dans la Résistance. Joliot-Curie vient ainsi de s'illustrer en confectionnant des cocktails Molotov pour les FFI, s'enflammant au seul impact contre les blindés. Des récits de guerre certes passionnants mais qui n'intéressent guère les visées atomiques de Goudsmit. Il faut chercher ailleurs. En Allemagne, idéalement, mais en septembre 1944 l'avance alliée est bloquée sur le Rhin.

Pour tromper leur ennui, les hommes de la mission *Alsos* plongent des bouteilles vides dans les eaux du grand fleuve, envoyées pour analyse afin d'y

détecter des substances radioactives – en vain. La libération de Strasbourg le 23 novembre 1944 permet enfin d’obtenir des éléments intéressants. L’université de la ville a servi de cadre pour les expérimentations médicales nazies, abritant notamment la collection de squelettes du sinistre anatomiste August Hirt (1898-1945)⁵⁵. Sous le feu de l’artillerie allemande encore présente derrière le Rhin, Samuel Goudsmit s’installe dans les appartements du non moins lugubre bactériologiste Eugen Haagen, engagé dans de pseudo-recherches paludiques au camp voisin de Natzweiler-Struthof. Dans sa fuite, Haagen a laissé son antre jonché de documents intéressant directement les membres d’*Alsos* :

Un vrai trésor de renseignements confidentiels, dont tout homme averti pouvait se servir, se cachait sous des notes d’apparence inoffensives. Le langage n’en était pas chiffré. Et les papiers n’étaient même pas secrets. [...] Nous trouvâmes du papier à lettre portant indiscrètement en-tête les noms de certains laboratoires secrets de physique atomique en Allemagne. Le plus important d’entre eux, l’Institut de Physique Kaiser-Wilhelm, dirigé par Werner Heisenberg, avait été transféré de Berlin dans le petit village de Hechingen. Les lettres donnaient jusqu’à l’adresse et le numéro de téléphone. Nous avions envie de voler en Suisse pour appeler au bout du fil les savants de Hechingen⁵⁶.

Il faudra toutefois patienter de longs mois avant de se précipiter vers la petite cité au sud de Stuttgart. Suite à la traversée du Rhin à la fin du mois de mars 1945 et l’encercllement de la poche de la Ruhr au début d’avril, le front de l’Ouest s’effondre enfin. Samuel Goudsmit enchaîne les trophées. À Stadtilm en Thuringe, des laboratoires dirigés par Kurt Diebner contenant un grand puits et des traces d’uranium et de radium sont découverts. Toutefois pas de quoi impressionner les scientifiques alliés : « Ils trahissaient simplement la pitoyable médiocrité de toute l’entreprise⁵⁷. » Une centrifugeuse dans la petite ville de Celle, au nord de Hanovre, n’attire guère plus d’admiration. À l’ex-temple mondial des mathématiques, Göttingen, les hommes de Goudsmit s’emparent de plusieurs scientifiques et de l’ingénieur Werner Osenberg, nommé en 1943 par Goering à la tête des principaux services du Conseil du Reich, responsable du projet atomique⁵⁸. Mais l’objectif final demeure le laboratoire d’Heisenberg à Hechingen.

Le petit village du Bade-Wurtemberg est toutefois situé dans la future zone d’occupation française. Afin d’éviter d’interminables pourparlers, une opération aéroportée est d’abord imaginée, évoluant de manière plus simple en raid blindé. Le 21 avril, Samuel Goudsmit pénètre dans Hechingen en même temps que les troupes du général Jean de Lattre de Tassigny, apparemment peu informées des activités nucléaires du petit village – « Les troupes coloniales s’intéressaient plus aux cochons et aux poulets qu’aux savants spécialistes de l’atome⁵⁹ ». Les hommes d’*Alsos* mettent la main sur de nombreux scientifiques allemands, même si Heisenberg s’est échappé deux jours plus tôt (avant d’être capturé quelques jours plus tard). Dans les alentours d’Hechingen, Goudsmit s’empare du précurseur de la fission nucléaire, Otto Hahn, et découvre une grotte au hameau d’Haigerloch. Celle-

ci contient une gigantesque cuve jadis remplie d'eau lourde, où baignaient des dés d'uranium : il s'agit du dernier réacteur imaginé par Heisenberg. Certes ingénieuse, cette pile atomique n'était pas assez puissante pour alimenter une réaction en chaîne et produire du plutonium. Goudsmit fait démonter la pile, puis détruit la grotte avant de céder le terrain aux Français⁶⁰.

La mission *Alsos* s'achève ainsi par de spectaculaires prises, tout en permettant de vite dissiper le doute résiduel sur la recherche atomique nazie⁶¹. Elle n'apporte cependant rien de concret pour la recherche atomique alliée, infiniment plus avancée que celle de l'Axe. Les scientifiques allemands de l'*Uranverein* sont transférés en Angleterre et enfermés dans la villa Farm Hall, près de Cambridge. Werner Heisenberg, Kurt Diebner et entre autres Otto Hahn sont discrètement espionnés grâce à des micros disséminés dans la villa, dans le cadre de l'opération *Epsilon*. Les écoutes révèlent la forte sous-estimation des performances atomiques réalisées par les Alliés, les Allemands ignorant vraisemblablement tout de *Manhattan*. Même la destruction de Hiroshima le 6 août 1945 suscite toujours l'incrédulité primesautière de Werner Heisenberg, qui s'exclame le soir même : « Je ne crois toujours pas un mot au sujet de cette bombe⁶². » Le Prix Nobel de physique finit cependant par admettre la réalité, se lançant dans des spéculations brillantes qui impressionnent ses auditeurs cachés, avant d'évoquer l'échec de la science allemande :

La relation existante entre les scientifiques et l'État allemand était telle que même si nous n'étions pas à 100 % désireux de le faire [produire des armes nucléaires], de toute manière nous étions à ce point peu écoutés par les autorités que même si nous l'aurions voulu, il n'aurait pas été simple d'y parvenir⁶³.

Ces quelques mots, pertinents sur le régime nazi, mettent également en lumière l'ambiguïté de Werner Heisenberg, prêchant officiellement son manque volontaire d'implication, mal corrélée sur le terrain par ses efforts réels pour obtenir des résultats. Mais effectivement, outre le manque d'efficacité édifiant de l'administration nazie, infusée dans un dédale invraisemblable d'organisations rivales, la décision dépendait toujours de Hitler – peu au fait du potentiel atomique, comme par ailleurs Staline, Churchill et Roosevelt. La science allemande s'est en outre privée de milliers d'exilés dans les années 1930, victimes des lois raciales, dont ont su pleinement profiter les Alliés pour obtenir la pénicilline ou encore concevoir la bombe atomique.

Toutefois, Samuel Goudsmit se trompe dans son compte rendu de mission en 1947 lorsqu'il déclare avec un peu trop d'orgueil que « de façon assez concluante que sous un régime fasciste, la science n'est et ne sera jamais ce qu'elle peut être dans une démocratie⁶⁴ ». Deux ans plus tard, dans l'URSS pour le moins totalitaire de Staline, Igor Kourtchatov signe le premier essai atomique soviétique. Placée dans des mains démocratiques ou totalitaires, la science est susceptible d'accomplir des exploits, humanistes ou non. Peu

enthousiaste pour l'abstraite fission nucléaire, Hitler est en revanche obnubilé pour les armes « V » développées par les ingénieurs allemands, résolument concrètes et impressionnantes – à défaut d'être vraiment efficaces. Des sommes faramineuses et des dizaines de milliers de techniciens et de prisonniers de guerre sont mobilisés dans ce grand projet de représailles, qui n'apporte aucun résultat pour l'Allemagne mais permet aux États-Unis de recueillir l'expérience de Werner von Braun. En considérant le génie écrasant de la science allemande avant guerre, si l'ensemble de cette énergie vaine s'était vue allouée en faveur de l'*Uranverein*, les conséquences eussent été potentiellement fort inquiétantes pour les Alliés.

*

Au cours de la Seconde Guerre mondiale les scientifiques des pays belligérants ont poussé loin en avant l'intelligence humaine, guidés par les sentiments les plus mêlés, allant du patriotisme sincère au simple profit personnel. Au sein des laboratoires d'Oxford et de Los Alamos, dans les bureaux secrets de Bletchley Park, ou encore dans l'enfer du ghetto de Varsovie, des hommes talentueux ont cherché à réaliser de nouveaux moyens pour sauver des vies, ou en détruire – voire les deux à la fois. Certains ont trouvé la gloire, beaucoup d'autres l'indifférence, et quelques-uns la mort. Sur le plan humain, le meilleur et le pire ont été accomplis en quelques années, de part et d'autre des lignes de front. Du four micro-ondes à la bombe atomique en passant par les antibiotiques, l'héritage de ce cauchemar sans précédent est immense, et toujours bien présent.

La Seconde Guerre mondiale fut une guerre à la fois idéologique, scientifique et économique. L'expansion de la science ne s'est guère montrée tributaire du caractère démocratique ou dictatorial des pays belligérants, mais du bon vouloir et des choix des gouvernements. Le génie scientifique, l'efficacité technique, l'intelligence décisionnelle, la réactivité administrative et des ressources financières virtuellement inépuisables ont constitué l'équation magique. Une seule nation disposait de tous ces éléments : les États-Unis, aidés par l'allié britannique, souvent à l'origine des plus brillantes découvertes – en partie grâce aux scientifiques allemands réfugiés. L'Office of Scientific Research and Development de Vannevar Bush symbolise cette réussite, véritable machine de guerre conçue pour rentabiliser et exploiter militairement les découvertes scientifiques.

Le seul rival potentiel des États-Unis, l'URSS, s'est vu retardé par la pire campagne militaire de l'histoire en cours sur son sol. Lors de la conférence de Potsdam, en août 1945, le monde a déjà changé. Battu aux élections, Winston Churchill n'a pas même le temps d'assister jusqu'à la fin à l'enterrement de la puissance européenne. La suprématie mondiale se partage désormais entre Washington et Moscou.

Sources

ARCHIVES

Advisory Committee on Human Radiation Experiments/ACHRE Report, Washington D.C.
Archives de l'Institut Pasteur, Paris
National Museum, United States Army, Fort Belvoir
Nuffield College, Papers of F.A. Lindemann, Viscount Cherwell, University of Oxford
Records of the National Security Agency, Fort Meade
Service historique de la Défense, Vincennes
The Alexander Fleming Laboratory Museum, Londres
The National Archives, Kew
Zuckerman Archive, University of East Anglia, Norwich

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

Sauf indication contraire, le lieu d'édition est Paris.

LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

[Anon.], *Science in War*, Hardmondsworth, Penguin Books, 1940.
John D. Bernal, *The Freedom of Necessity*, Londres, Routledge, 1949.
Patrick M.S. Blackett, *Studies of War, Nuclear and Conventional*, Londres, Oliver & Boyd, 1962.
Edward Bowen, *Radar Days*, Boca Raton, CRC Press, 1998.
Stephen Budiansky, *Blackett's War*, New York, Vintage Books, 2013.
François-Emmanuel Brézet, *Histoire de la marine allemande*, Tempus, 1999.
Alan Brooke, *War Diaries*, Londres, Phoenix Press, 2002.
Louis Brown, *Technical and Military Imperatives : A Radar History of World War 2*, Boca Raton, CRC Press, 1999.
Vannevar Bush, *Pieces of the Action*, New York, William Morrow, 1970.
Nicolas Chevassus-au-Louis, *Pourquoi Hitler n'a pas eu la bombe atomique*, Economica,

2013.

—, *Savants sous l'Occupation*, Tempus, 2008.

Winston Churchill, *The Second World War*, 6 vol., Londres, Cassel, 1948-1953.

—, *Mémoires de guerre*, 2 vol., traduit de l'anglais et annoté par François Kersaudy, Tallandier, 2009.

Ronald Clark, Tizard, Londres, Methuen, 1965.

—, *The Rise of the Boffins*, Londres, Phoenix House, 1962.

Jennet Conant, *Tuxedo Park : A Wall Street Tycoon and the Secret Palace of Science That Changed the Course of World War II*, New York, Simon and Schuster, 2013.

Dwight D. Eisenhower, *Croisade en Europe*, traduit de l'anglais par Paule de Beaumont, Nouveau Monde, 2013.

Graham Farmelo, *Churchill's Bomb*, New York, Basic Books, 2013.

Thomas Flowers, *Heisenberg's War*, New York, Alfred A. Knopf, 1993.

Jean-Charles Foucrier, *La Stratégie de la destruction*, Vendémiaire, 2017.

Bertrand Goldschmidt, *Pionniers de l'atome*, Stock, 1987.

James M. Goodchild, *R.V. Jones and the Birth of Scientific Intelligence*, University of Exeter, thèse de doctorat en philosophie de l'histoire, 2013.

Otto Hahn, « Autobiographical Notes », *Bulletin of the Atomic Scientists*, 1967, vol. 23, Issue 3, 1967, p. 14-18.

Michael Harrison, *Mulberry : The Return in Triumph*, Londres, W.H. Allen, 1965.

Max Hastings, *Bomber Command*, Londres, Pan Books, 2010.

Henry Hemming, *Churchill's Iceman : The True Story of Geoffrey Pyke – Genius, Fugitive, Spy*, New York, Arrow Books, 2015.

Arthur Herman, *Freedom's Forge*, New York, Random House, 2012.

Reginald V. Jones, *La Guerre ultra-secrète*, Plon, 1950.

Rainer Karlsch, *La Bombe de Hitler*, Calmann-Lévy, 2005.

François Kersaudy, *Les Secrets du III^e Reich*, Perrin, 2013.

—, *Lord Mountbatten, l'étoffe des héros*, Payot, 2009.

Denise Kiernan, *The Girls of Atomic City*, New York, Touchstone, 2013.

Maurice Kirby, *Operational Research in War and Peace : The British Experience from the 1930s to 1970s*, Londres, Imperial College Press, 1955.

David Lampe, *Pyke, the Unknown Genius*, Londres, Evan Brothers, 1959.

Gerry Lander, *Discoveries that Changed the World, 1932-1942 : James Chadwick and Lise Meitner*, Neutron News, vol. 18, Issue 3, 2007.

William Lanouette & Bela Silard, *Genius in Shadows*, Skyhorse, New York, 2013.

Norman Longmate, *The Bombers – The RAF Offensive against Germany*, Londres, Hutchinson, 1983.

Walter Lord, *Day of Infamy*, New York, Henry Holt & Company, 1997.

Kristie Macrakis, *Surviving the Swastika, Scientific research in Nazi Germany*, Oxford, Oxford University Press, 1993.

Philip M. Morse, "The Beginnings of Operations Research in the United States", in

- Operations Research*, vol. 34, n° 1, Jan.-Feb., 1986.
- Louis Néel, *La Vie et l'Œuvre de Maurice Ponte*, Archives de l'Académie des sciences, 1984.
- Stephen Phelps, *The Tizard Mission*, Yardley, Westholme Publishing, 2010.
- John Peyton, *Solly Zuckerman, a Scientist Out of the Ordinary*, Londres, John Murray, 2001.
- David Pyke & Jean Medawar, *Hitler's Gift*, Arcade, New York, 2012.
- Geoffrey Pyke, *To Ruhleben, and Back : a Great Adventure in Three Phases*, Boston, Houghton Mifflin, 1916.
- Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb*, New York, Simon & Schuster, 1986.
- Charles R. Shrader, *History of Operations Research in the United States Army*, vol. I : 1942-62, Office of the Deputy under Secretary of the Army for Operations Research, Washington D.C., 2006.
- Joel Shurkin, *Broken Genius : The Rise and Fall of William Shockley, Creator of the Electronic Age*, Londres, Macmillan, 2006.
- Albert Speer, *Au cœur du Troisième Reich*, Pluriel, 2010.
- Irvin Stewart, *Organizing Scientific Research for War*, Boston, Little, Brown & Company, 1948.
- Arthur Tedder, *With Prejudice*, Londres, Cassel, 1966.
- Randall T. Wakelam, *The Science of Bombing – Operational Research in Bomber Command*, Toronto, University of Toronto Press, 2009.
- Jerome B. Wiesner, *Vannevar Bush, 1890-1974*, Washington D.C., National Academy of Sciences, 1979.
- Robert K. Wilcox *Japan's Secret War*, New York, Marlowe & Co, 1995.
- Thomas Wilson, Londres, *Churchill and the Prof*, Cassel, 1985.
- Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords : the Autobiography (1904-46) of Solly Zuckerman*, Londres, Collins, 1978.
- , *Scientists in War*, Londres, Hamish Hamilton, 1966.
- , *Six Men out of the Ordinary*, Londres, Peter Owen, 1992.
- , *The Social Life of Monkeys and Apes*, Pittsburgh, Carnegie Mellon University Press, 2011.

GLOIRES ET HONTES MÉDICALES

- Arthur Allen, *The Fantastic Laboratory of Dr Weigl*, Norton, New York, 2015.
- George J. Annas & Michael A. Grodin, *The Nazi Doctors and the Nuremberg Code : Human Rights in Human Experimentation*, OUP USA, 1995.
- Philippe Aziz, *Les Médecins de la mort*, t. III, *Des cobayes par millions*, Famot, Genève, 1976.
- , *Les Médecins de la mort*, t. II, *Joseph Mengele*, Famot, Genève, 1976.
- Daniel Barenblatt, *A Plague upon Humanity : The Hidden History of Japan's Biological Warfare Program*, Harper Perennial, New York, 2005.
- Jean-Louis Bargolin, *Violences et crimes du Japon en guerre : 1937-1945*, Hachette, 2009.
- Naomi Baumslag, *Murderous Medicine : Nazi Doctors, Human Experimentation and Typhus*,

- Greenwood Press, Westport, 2005.
- Robert Bud, *Penicillin : Triumph and Tragedy*, OUP Oxford, Oxford, 2009.
- Nicolas Chevassus-au-Louis, « La Résistance à l'Institut Pasteur (1940-1944) – Une confrontation de la mémoire pastoriennne aux sources archivistiques », in *Bulletin de l'Association des anciens élèves de l'Institut Pasteur*, n° 92, septembre 2007.
- Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain*, Weidenfeld and Nicolson, Londres, 1985.
- Nathaniel Comfort, “The Prisoner as Model Organism : Malaria Research at Stateville Penitentiary”, in *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 40, 2009.
- Philippe Decourt, « Le défaut de communication en médecine et ses conséquences », in *Histoire des sciences médicales*, t. XVII, n° 1, 1982.
- David Greenwood, *Antimicrobial Drugs Chronicle of a Twentieth Century Medical Triumph*, Oxford University Press, Oxford, 2008.
- Leah M. Kalm & Richard D. Semba, “They Starved So That Others Be Better Fed : Remembering Ancel Keys and the Minnesota Experiment”, in *The Journal of Nutrition*, vol. 135, Issue 6, 1^{er} juin 2005.
- Eugen Kogon, *L'État SS*, Points, 1993.
- Marcel Lamy, « Une épopée pastoriennne : l'annexe de la Roche Beaulieu de 1941 à 1975 », in *Bulletin de l'Association des anciens élèves de l'Institut Pasteur*, n° 173, nov.-déc. 2002.
- Karen M. Masterson, *The Malaria Project*, New American Library, New York, 2014.
- Maurice Mathis, *La Vie des poux*, Stock, 1955.
- André Maurois, *The Life of Sir Alexander Fleming*, Jonathan Cape, Londres, 1959.
- Mark Mazower, *Dans la Grâce d'Hitler*, Tempus, 2012.
- Rana Mitter, *China's War with Japan 1937-1945*, Penguin, Londres, 2014.
- William Moss & Roger Eckardt, “The Human Plutonium Injection Experiments”, in *Los Alamos Science*, n° 23, 1995.
- Madhusree Mukerjee, *Churchill's Secret War*, Basic Books, New York, 2010.
- Norman Ohler, *L'Extase totale*, La Découverte, 2016.
- Randall M. Packard, *The Making of a Tropical Disease : A Short History of Malaria*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2011.
- Maurus Reinkowski & Gregor Thum, *Helpless Imperialists : Imperial Failure, Fear and Radicalization*, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 2012.
- Donald Roberts, Richard Tren, Roger Bate & Jennifer Zambrone, *The Excellent Powder : DDT's Political and Scientific History*, Dog Ear Publishing, Indianapolis, 2010.
- Gilbert Shama, “Kulturkampf : The German Quest for Penicillin”, in *History Today*, vol. 53, 3 mars 2003.
- , *Zones of inhibition ? The Transfer of information relating to penicillin in Europe during World War II*, in Allen I. Laskin (ed.), *Advances in Applied Microbiology*, vol. 69, 2009.
- Dantès Singiza, *La Famine ruzagayura (Rwanda, 1943-1944), causes, conséquences et réactions des autorités*, mémoire de maîtrise, université de Liège, 2011.
- Leo B. Slater, *War and Disease : Biomedical Research on Malaria in the Twentieth Century*, Rutgers University Press, New Brunswick, 2014.
- Franck M. Snowden, *The Conquest of Malaria : Italy, 1900-1962*, Yale University Press,

Yale, 2006.

Vivien Spitz, *Doctors from Hell*, Sentient, Boulder, 2005.

Milton Wainwright, "Hitler's Penicillin", in *Perspectives in Biology and Medicine*, vol. 47, n° 2, printemps 2004.

Paul Weindling, *Epidemics and Genocide in Eastern Europe, 1890-1945*, Oxford University Press, Oxford, 2000.

Flint Whitlock, *Buchenwald : Hell on a hilltop*, Cable Publishing, Brule, 2014.

Peter Williams & David Wallace, *La Guerre bactériologique : Les secrets des expérimentations japonaises*, Albin Michel, 1990.

TOP SECRET

Mavis Batey, *Dilly – The Man who broke Enigma*, Biteback Publishing, Londres, 2017.

Bengt Beckman, *Codebreakers : Arne Beurling and the Swedish Crypto Program During World War II*, American Mathematical Society, Providence, 2002.

John Bernal, *Social Function of Science*, George Routledge, Londres, 1942.

Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, Plon, 1972.

Edwin Black, *IBM et l'Holocauste – L'alliance stratégique entre l'Allemagne nazie et la plus puissante multinationale américaine*, Robert Laffont, 2001.

Gilbert Bloch, "Polish Reconstitution of the German Military Enigma and the First Decryptions of its Messages", in *Journal of Intelligence History*, 1 :1, 2001.

Guillaume Bourgeois, *La Véritable Histoire de l'Orchestre rouge*, Nouveau Monde, 2015.

Charmian Brinson & Richard Dove, *A Matter of Intelligence : MI5 and the surveillance of anti-Nazi refugees, 1933-50*, Oxford University Press, Oxford, 2016.

Stephen Budiansky, *Battle of Wits*, The Free Press, New York, 2000.

John Cairncross, *The Enigma Spy : The Story of the Man who Changed the Course of World War Two*, Century, Londres, 1997.

Miranda Carter, *Anthony Blunt – His lives*, Macmillan, Londres, 2001.

Ronald W. Clark, *The Man who broke Purple*, Corgi, Londres, 1977.

Bernard Cohen, *Howard Aiken : Portrait of a Computer Pioneer*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1999.

B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus – The Secrets of Bletchley Park's Codebreaking Computers*, Oxford University Press, Oxford, 2006.

Jim DeBrosse & Colin Burke, *The Secret Building 26*, Random House, New York, 2004.

Ralph Erskine, "The Poles Reveal their Secrets : Alastair Denniston's Account of the July 1939 Meeting at Pyry", in *Cryptologia*, 30 :4, 2004.

Olivier Forcade, *La République secrète : Histoire des services spéciaux français de 1918 à 1939*, Nouveau Monde, 2008.

Arne Fransen, "On Some Swedish Successes in Cryptanalysis in World War II", in *Journal of Intelligence History*, 1 :1, 2001.

Benjamin Ginsberg, *How the Jews Defeated Hitler : Exploding the Myth of Jewish Passivity in the Face of Nazism*, Rowman & Littlefield Publishers, Lanham, 2016.

- Samuel A. Goudsmit, *L'Allemagne et le secret atomique : la Mission Alsos*, Fayard, 1948.
- Joel Greenberg, Gordon Welchman – *Bletchley Park's Architect of Ultra intelligence*, Frontline Books, Barnsley, 2016.
- John Herivel, *Herivelismus and the German Military Enigma*, M & M Baldwin, Cleobury Mortimer, 2003.
- Andrew Hodges, *Alan Turing*, Michel Lafon, 2015.
- David Holloway, *Stalin and the Bomb*, Yale University Press, New Haven, 1996.
- Annie Jacobsen, *Operation Paperclip*, Little, Brown & Co, Boston, 2014.
- David Kahn, *The Reader of Gentlemen's mail*, Yale University Press, New Haven, 2004.
- , *How I discovered World WAR II's greatest spy*, CRC Press, Boca Raton, 2014.
- , *The Reader of Gentlemen's Men*, Yale University Press, New Haven, 2004.
- Zdzisław J. Kapera, *Before Enigma there was Gale*, *The Enigma Bulletin* n° 6, édité par Zdzisław J. Kapera, Cracovie, 2002.
- , *In the Shadow of Pont du Gard*, *The Enigma Bulletin* n° 7, édité par Zdzisław J. Kapera, Cracovie, 2011.
- , *Marian Rejewski, the Man Who defeated Enigma*, *The Enigma Bulletin* n° 8, édité par Zdzisław J. Kapera, Cracovie, 2013.
- , *The Triumph of Zygalski's sheets – The Polish Enigma in the Early 1940s*, *The Enigma Bulletin* n° 9, édité par Zdzisław J. Kapera, Cracovie, 2015.
- Alexei B. Kojevniko, *Stalin's Great Science*, Imperial College, Londres, 2004.
- Władysław Kozaczuk & Jerzy Straszak, *Enigma : How the Poles Broke the Nazi Code*, Hippocrene Books, New York, 2004.
- Arkadii Kruglov, *The History of the Soviet Atomic Industry*, CRC Press, Boca Raton, 2002.
- Andrew Lownie, *Stalin's Englishman – The lives of Guy Burgess*, Hodder & Stoughton, Londres, 2015.
- Ben Macintyre, *Kim Philby, L'espion qui trahissait ses amis*, Ixelles éditions, Bruxelles, 2014.
- Craig G. McKay, "Swedish Cryptanalysis and the Saga of Arne Beurling", in *Cryptologia*, 23 :3, 1999.
- Norman Moss, *Klaus Fuchs, The Man Who Stole the Atom Bomb*, St Martin's Press, New York, 1987.
- Paul Paillole, *Notre espion chez Hitler*, Nouveau Monde, 2013.
- Marian Rejewski, *Memories of my Work at the Cipher Bureau of the General Staff Second Department, 1930-1945*, Adam Mickiewicz University Press, Poznań, 2011.
- Randy Rezabek, *TICOM and the Search for OKW/Chi*, in *Cryptologia*, 37 :2, 2013.
- Klaus Schmed, *Enigma's Contemporary Witness : Gisbert Hasenjaeger*, in *Cryptologia*, 33 :4, 2009.
- Hugh Sebag-Montefiore, *Enigma, the Battle for the Code*, Weidenfeld & Nicolson, Londres, 2004.
- Michael Smith, *The Emperor's Codes, Bletchley Park's Role in Breaking Japan's Secret Ciphers*, Dialogue, Londres, 2010.
- Jean Stenger, "Enigma, the French, the Poles and the British 1931-1940", in *Revue belge de*

philologie et d'histoire, t. 82, fasc. 1-2, 2004.

Neil J. Sullivan, *The Prometheus Bomb : The Manhattan Project and Government in the Dark*, University of Nebraska Press, Lincoln, 2016.

Gordon Welchman, *The Hut Six Story*, M & M Baldwin, Cleobury Mortimer, 1997.

Robert C. Williams, *Klaus Fuchs, Atom Spy*, Harvard University Press, Cambridge, 1987.

Notes

PREMIÈRE PARTIE

LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE

I. La mobilisation des scientifiques britanniques

1. Reginald Victor Jones, *La Guerre ultra-secrète*, Plon, Paris, 1950, p. 34.
2. [Anon.], *Science in War*, Penguin Books, Hardmondsworth, 1940, p. 18.
3. Maurice W. Kirby, *Operational Research in War and Peace : The British Experience from the 1930s to 1970s*, Imperial College Press, Londres, 1955, p. 37-38.
4. Solly Zuckerman, *Scientists and War*, Hamish Hamilton, Londres, 1966, p. 11.
5. Ronald W. Clark, *Tizard*, Methuen, Londres, 1965, p. 106.
6. Ronald W. Clark, *The Rise of the Boffins*, Phoenix House, Londres, 1962, p. 29.
7. George P. Thomson, *Frederick Alexander Lindemann, Viscount Cherwell, 1886-1957*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 4, Londres, novembre 1958, p. 45-50.
8. Winston Churchill, *The Second World War*, vol. II, *Their Finest Hour*, Cassel, Londres, 1949, p. 338.
9. Ronald W. Clark, *Tizard*, *op. cit.*, p. 107.
10. William F. Farren, *Henry Thomas Tizard, 1885-1959*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 7, Londres, novembre 1961, p. 313-321.
11. John A. Ratcliffe, *Robert Alexander Watson-Watt, 13 April 1892-5 December 1973*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 21, Londres, novembre 1975, p. 551-552.
12. Reginald Victor Jones, *La Guerre ultra-secrète*, *op. cit.*, p. 29.
13. Stephen Phelps, *The Tizard Mission*, Westholme Publishing, Yardley, 2010, p. 24.
14. Nuffield College Library (NCL, Oxford), Papers of F.A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 152 : Aerial Mines, Lettre de Frederick Lindemann à Winston Churchill, 17 octobre 1940.
15. NCL, Papers of F. A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 152 : Aerial Mines, *Long Aerial Bombes*, 25 juin 1940.
16. NCL, Papers of F. A. Lindemann Viscount Cherwell, G. 222 : Flares, *Trial of Wing Tip Flares on Blenheim Night Fighter*, 1^{er} octobre 1940.
17. Stephen Phelps, *The Tizard Mission*, *op. cit.*, p. 32.
18. Solly Zuckerman, *Scientists and War*, *op. cit.*, p. 17.
19. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords : the Autobiography (1904-46) of Solly Zuckerman*, Collins, Londres, 1978, p. 17.

20. Solly Zuckerman, *The Social Life of Monkeys and Apes*, Carnegie Mellon University Press, Pittsburgh, 2011.

21. Peter L. Krohn, *Solly Zuckerman, Baron Zuckerman, of Burnham Thorpe, O. M., K. C. B., 30 May 1904-1 April 1993*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 41, Londres, novembre 1995, p. 585.

22. *Ibid.*, p. 586.

23. University of East Anglia (UEA, Norwich), SZ/TQ – Tots and Quots, 1931-1973.

24. Dorothy M. C. Hodgkin, *John Desmond Bernal, 10 May 1901-15 September 1971*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 26, Londres, novembre 1980, p. 25.

25. John Peyton, *Solly Zuckerman, a Scientist out of the Ordinary*, John Murray, Londres, 2001, p. 26.

26. Dorothy M. C. Hodgkin, *John Desmond Bernal, op. cit.*, p. 29-36.

27. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords, op. cit.*, p. 101.

28. [Anon.], *Science in War, op. cit.*, page de couverture.

29. *Ibid.*, p. 7-8.

30. *Ibid.*, p. 13.

31. Stephen Budiansky, *Blackett's War*, Vintage Books, New York, 2013, p. 85.

32. Peter L. Krohn, *Solly Zuckerman, op. cit.*, p. 54.

33. John Peyton, *Solly Zuckerman, op. cit.*, p. 32.

34. Aucun singe ne semble avoir été mortellement blessé dans ces expérimentations. Zuckerman, *From Apes to Warlords, op. cit.*, p. 118.

35. Ronald W. Clark, *Tizard, op. cit.*, p. 150-154.

36. David Pyke & Jean Medawar, *Hitler's Gift*, Arcade, New York, 2012, p. 59.

37. Alan Cook, *Reginald Victor Jones, C.H., C.B., C.B.E. 29 September 1911-17 December 1997 : Elected F.R.S. 1965*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 45, Londres, novembre 1999, p. 241-243.

38. Thomas Wilson, *Churchill and the Prof*, Cassel, Londres, 1985, p. 37-38.

39. James Martinson Goodchild, *R.V. Jones and the Birth of Scientific Intelligence*, thèse de doctorat en philosophie de l'histoire, University of Exeter, 2013, p. 7.

40. Reginald Victor Jones, *La Guerre ultra-secrète, op. cit.*, p. 24.

41. Ronald W. Clark, *Tizard, op. cit.*, p. 157.

42. Reginald Victor Jones, *La Guerre ultra-secrète, op. cit.*, p. 58.

43. Don H. Johnson, "Scanning Our Past – Origins of the Equivalent Circuit Concept : The Current-Source Equivalent", in *Proceedings of the IEEE*, vol. 91, n° 5, mai 2003, p. 817-821.

44. Reginald Victor Jones, *La Guerre ultra-secrète, op. cit.*, p. 93.

45. *Ibid.*, p. 169.

46. Louis Brown, *Technical and Military Imperatives : A Radar History of World War 2*, CRC Press, Boca Raton, 1999, p. 314.

47. NCL, Papers of F. A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 318 : Correspondence and papers re various aspects of radio and radar research and development, Robert Watson-Watt, *Personnel for RDF*, 28 avril 1940.

48. Stephen Budiansky, *Blackett's War, op. cit.*, p. 85-87.

49. NCL, Papers of F. A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 318 : Correspondence and papers re various aspects of radio and radar research and development, *RDF Equipment for detection of low flying aircraft*, 27 mai 1940.

50. Williamson Murray, *Les Guerres aériennes, 1914-1945*, éditions France Loisirs, Paris, 2000, p. 87-90.

51. Thomas Wilson, *Churchill and the Prof, op. cit.*, p. VI.

52. *Ibid.*, p. 29.

53. Ronald W. Clark, *Tizard, op. cit.*, p. 177-178.

54. Reginald Victor Jones, *La Guerre ultra-secrète, op. cit.*, p. 98.

55. James Martinson Goodchild, *R.V. Jones and the Birth of Scientific Intelligence*, *op. cit.*, p. 134.
56. Reginald Victor Jones, *La Guerre ultra-secrète*, *op. cit.*, p. 113.
57. Patrick M. S. Blackett, *Studies of War, Nuclear and Conventional*, Oliver & Boyd, Londres, 1962, p. 104.
58. Winston Churchill, *Mémoires de guerre*, Annotées par François Kersaudy, vol. III, *La Grande Alliance*, Tallandier, Paris, 2009, p. 19, p. 22.
59. Bernard Lovell, *Patrick Maynard Stuart Blackett, Baron Blackett, of Chelsea, 18 November 1897-13 July 1974*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 21, Londres, novembre 1975, p. 1-3.
60. Stephen Budiansky, *Blackett's War*, *op. cit.*, p. 27.
61. *Ibid.*, p. 47.
62. Bernard Lovell, *Patrick Maynard Stuart Blackett*, *op. cit.*, p. 76.
63. Solly Zuckerman, *Six Men out of the Ordinary*, Peter Owen, Londres, 1992, p. 13.
64. Dans les années 1980, au soir de sa vie, Zuckerman exprime son admiration pour Blackett dans un petit ouvrage intitulé *Six Men out of the Ordinary* (« Six hommes hors de l'ordinaire »), dont fait partie l'intéressé. Solly Zuckerman, *Six Men out of the Ordinary*, *op. cit.*, p. 14.
65. Patrick M. S. Blackett, *Studies of War*, *op. cit.*, p. 106.
66. Bernard Lovell, *Patrick Maynard Stuart Blackett*, *op. cit.*, p. 29.
67. Ronald W. Clark, *The Rise of the Boffins*, *op. cit.*, p. 143.
68. Patrick M. S. Blackett, *Studies of War*, *op. cit.*, p. 208-207.
69. François-Emmanuel Brézet, *Histoire de la marine allemande*, Tempus, Paris, 1999, p. 58.
70. *Ibid.*, p. 197.
71. Winston Churchill, *Mémoires de guerre*, annotées par François Kersaudy, vol. III, *La Grande Alliance*, *op. cit.*, p. 22.
72. Stephen Budiansky, *Blackett's War*, *op. cit.*, p. 156.
73. Patrick M. S. Blackett, *Studies of War*, *op. cit.*, p. 214-215.
74. *Ibid.*, p. 216-217.
75. François-Emmanuel Brézet, *Histoire de la marine*, *op. cit.*, p. 176.

II. La maîtrise des mers

1. Vannevar Bush, *Science, the Endless Frontier*, National Science Foundation, Washington D.C., 1960, p. 28.
2. Winston Churchill, *The Second World War*, vol. 2, *Their Finest Hour*, *op. cit.*, p. 339-340 ; Winston Churchill, *Discours de guerre, 1940-1946*, Pocket, Paris, 2011, p. 152-153.
3. R. H. Brown, H.C. Minnett & F. W. G. White, *Edward George Bowen, 14 January 1911-12 August 1991*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 38, Londres, novembre 1992, p. 43-44.
4. Edward G. Bowen, *Radar Days*, *op. cit.*, 1998, p. 42.
5. *Ibid.*, p. 43.
6. Brebis Bleaney, *Sir Mark (Marcus Laurence Elwin) Oliphant, A.C., K.B.E. 8 October 1901-14 July 2000 : Elected F.R.S. 1937*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 47, Londres, novembre 2001, p. 385-389.
7. Maurice H.F. Wilkins, *John Turton Randall, 23 March 1905-16 June 1984*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 33, Londres, novembre 1987, p. 504.
8. Suite aux mesures effectuées, la longueur d'onde du magnétron à cavités tombe sous

la barre symbolique du décimètre, pour atteindre 9,8 centimètres.

9. Maurice H. F. Wilkins, *John Turton Randall*, *op. cit.*, p. 504.

10. Hans Erich Hollmann, *Pioneer and Father of Microwave Technology*, Martin Hollman, Monterey, 2002. L'armée allemande délaisse toutefois le magnétron à cavités pour le klystron, jugé plus fiable.

11. Louis Néel, *La Vie et l'Œuvre de Maurice Ponte*, Archives de l'Académie des sciences, Paris, 1984.

12. *Ibid.* Maurice Ponte poursuit ses recherches sur le magnétron en clandestinité sous l'Occupation, puis devient après guerre président de la SFR et de la Compagnie générale de télégraphie sans fil (CSF).

13. Stewart Halsey Ross, *Strategic Bombing by the United States in World War II : The Myths and the Facts*, McFarland, Jefferson, 2002, p. 128.

14. Bernard Katz, *Archibald Vivian Hill, 26 September, 1886-3 June 1977*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 24, Londres, novembre 1978, p. 113.

15. *Ibid.*, p. 117.

16. Bernard Katz, *Archibald Vivian Hill*, *op. cit.*, p. 117-118.

17. Stephen Phelps, *The Tizard Mission*, *op. cit.*, p. 130.

18. Jerome B. Wiesner, *Vannevar Bush, 1890-1974*, National Academy of Sciences, Washington D.C., 1979, p. 89-91.

19. Vannevar Bush, *Pieces of the Action*, William Morrow, New York, 1970, p. IX.

20. *Ibid.*, p. 34.

21. Irvin Stewart, *Organizing Scientific Research for War*, Little, Brown & Company, Boston, 1948, p. 7.

22. Graham Farmelo, *Churchill's Bomb*, Basic Books, New York, 2013, p. 133.

23. Jerome B. Wiesner, *Vannevar Bush*, *op. cit.*, p. 95.

24. Irvin Stewart, *Organizing Scientific Research for War*, *op. cit.*, p. 8.

25. Marcus L. Oliphant & William G. Penney, *John Douglas Cockcroft, 1897-1967*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 14, Londres, novembre 1968, p. 139-154.

26. Mais tout comme l'US Air Force ne veut rien savoir sur la divulgation des secrets de son viseur Nordsen, la Royal Navy insiste pour ne rien dévoiler sur ses nouvelles mines magnétiques.

27. Ronald W. Clark, *Tizard*, *op. cit.*, p. 263.

28. Stephen Phelps, *The Tizard Mission*, *op. cit.*, p. 153.

29. James Phinney Baxter III, in Ronald W. Clark, *Tizard*, *op. cit.*, p. 268.

30. Les fusées de proximité seront employées tardivement en 1944 contre les V-1, et au combat dans l'artillerie en décembre dans les Ardennes puis dans le Pacifique, notamment contre les kamikazes.

31. Edward Bowen, *Radar Days*, *op. cit.*, p. 159.

32. Ronald W. Clark, *Tizard*, *op. cit.*, p. 248.

33. Edward Bowen, *Radar Days*, *op. cit.*, p. 161.

34. *Ibid.*, p. 162.

35. Henry Tizard remet également 5 pounds à John Cockcroft ; il avait effectivement parié qu'à son retour en Angleterre, les Allemands auraient débarqué. Stephen Phelps, *The Tizard Mission*, *op. cit.*, p. 181.

36. Stephen Phelps, *The Tizard Mission*, *op. cit.*, p. 183-186.

37. Edward Bowen, *Radar Days*, *op. cit.*, p. 171.

38. Jennet Conant, *Tuxedo Park : A Wall Street Tycoon and the Secret Palace of Science That Changed the Course of World War II*, Simon and Schuster, New York, 2013, p. 208.

39. Nobel Lectures, *Physics 1922-1941*, World Scientific, Singapour, 1998, p. 425-446.

40. Jennet Conant, *Tuxedo Park*, *op. cit.*, p. 207.

41. Arthur Herman, *Freedom's Forge*, Random House, New York, 2012, p. 128-129.
42. *Ibid.*, p. 129.
43. Stephen Phelps, *The Tizard Mission*, *op. cit.*, p. 221-222.
44. *Ibid.*, p. 276.
45. Le projet n° 3 du Radiation Laboratory, un appareil de navigation à longue distance, donne naissance en 1944 à l'excellent Long Range Navigation (LORAN), qui n'utilise toutefois pas les ondes centimétriques du magnétron à cavités.
46. Irvin Stewart, *Organizing Scientific Research for War*, *op. cit.*, p. 36.
47. Walter Lord, *Day of Infamy*, Henry Holt & Company, New York, 1997, p. 41-48.
48. *Ibid.*
49. François-Emmanuel Brézet, *Histoire de la marine allemande*, *op. cit.*, p. 289.
50. Dennis L. Noble, *The Beach Patrol and Corsair Fleet*, Coast Guard Historian's Office, Washington D.C., 1992, p. 4.
51. Stephen Budiansky, *Blackett's War*, *op. cit.*, p. 208.
52. Jonathan Rosenhead, "Operational Research at the Crossroads : Cecil Gordon and the Development of Post-War OR", in *The Journal of the Operational Research Society*, vol. 40, n° 1, janvier 1989, p. 4-5.
53. Maurice W. Kirby, *Operational Research in War And Peace*, *op. cit.*, p. 108.
54. *Ibid.*, p. 109.
55. Jonathan Rosenhead, *Operational Research at the Crossroads*, *op. cit.*, p. 9.
56. Stephen Budiansky, *Blackett's War*, *op. cit.*, p. 186
57. Philip M. Morse, "The Beginnings of Operations Research in the United States", in *Operations Research*, vol. 34, n° 1, Jan.-Feb., 1986, p. 11.
58. Charles R. Shrader, *History of Operations Research in the United States Army*, vol. I : 1942-62, Office of the Deputy under Secretary of the Army for Operations Research, Washington D.C., 2006, p. 16.
59. Joel Shurkin, *Broken Genius : The Rise and Fall of William Shockley, Creator of the Electronic Age*, Macmillan, Londres, 2006, p. 66.
60. Philip M. Morse, *The Beginnings of Operations Research in the United States*, *op. cit.*, p. 15.
61. Joel Shurkin, *Broken Genius*, *op. cit.*, p. 68-69.
62. Patrick M. S. Blackett, *Blackett's War*, *op. cit.*, p. 231.
63. François-Emmanuel Brézet, *Histoire de la marine allemande*, *op. cit.*, p. 347.
64. Au total 26 000 des 40 000 sous-marinières allemands ne survivent pas à la guerre – de très loin le plus fort ratio des constituantes armées de la Wehrmacht. Robin Havers, *The Second World War (2) : Europe 1939-1943*, Routledge, Abingdon-on-Thames, 2004, p. 58.
65. John Costello & Terry Hughes, *The Battle of the Atlantic*, Collins, Londres, 1977, p. 281.

III. Passage à l'offensive

1. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, *op. cit.*, p. 246.
2. UEA, AEA Planning 1943-44, SZ/AEAF/7/2, *Casualty estimates*.
3. Contrairement à une légende tenace, les renseignements ULTRA dont disposaient à l'avance les Britanniques ne désignaient aucunement Coventry ni toute autre cible précise cette nuit-là ; Churchill était ainsi monté sur le toit du ministère de l'Air, Londres étant tout aussi bien susceptible d'être bombardée. Par ailleurs, les Britanniques n'étaient encore à cette époque nullement en mesure de s'opposer aux raids de nuit, et n'auraient jamais eu le temps d'évacuer une ville aussi imposante en quelques heures. Reginald Jones, au cœur de la lutte contre les faisceaux et initié aux secrets d'Ultra, le souligne ardemment : « Je le répète, absolument rien ne permettait de penser que Coventry serait visée ce soir-là. » Reginald

Victor Jones, *La Guerre ultra-secrète*, op. cit., p. 148.

4. Max Hastings, *Bomber Command*, Pan Books, Londres, 2010, p. 115.

5. Norman Longmate, *The Bombers – The RAF Offensive against Germany*, Hutchinson, Londres, 1983, p. 103.

6. Max Hastings, *Bomber Command*, op. cit., p. 108.

7. Norman Longmate, *The Bombers*, op. cit., p. 112.

8. NCL, Papers of F.A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 186 : *Night Photographs in June-July 1941. A Statistical Analysis*, sans date.

9. Norman Longmate, *The Bombers*, op. cit., p. 121.

10. Max Hastings, *Bomber Command*, op. cit., p. 143.

11. Randall T. Wakelam, *The Science of Bombing – Operational Research in Bomber Command*, University of Toronto Press, Toronto, 2009, p. 36.

12. Ce rapport est également dénommé *Field survey of air-raid casualties : report 1940-1941*. UEA, SZ/OEMU/59/1/1 : *Casualty Survey V – effects of blast ; air raid effects on morale, 1939-1945*.

13. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, op. cit., p. 127-131.

14. *Quantitative Study of Total Effects of Air Raids (Hull & Birmingham Survey-8.4.1942)*, in Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, op. cit., p. 405.

15. NCL, Papers of F. A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 184 : *Minutes and Letters to Churchill from Sir Archibald Sinclair, Sir Richard Peirse and Lord Beaverbrook re strength of Bomber Command*, sans titre, 2 avril 1941.

16. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, op. cit., p. 141.

17. NCL, Papers of F. A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 183 : *Notes on conversation between Professor Zuckerman and Lord Cherwell*, 26 mars 1942.

18. NCL, Papers of F. A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 193 : *Copy of a minute from Cherwell to Churchill on bombing policy*, 30 mars 1942.

19. Max Hastings, *Bomber Command*, op. cit., p. 154.

20. NCL, Papers of F. A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 193 : *Correspondence with H.T. Tizard re bombing policy*, lettre de Henry Tizard à Frederick Lindemann, 15 avril 1942.

21. *Ibid.*

22. NCL, Papers of F.A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 193 : *Correspondence with H.T. Tizard re bombing policy*, lettre de Henry Tizard à Frederick Lindemann, 20 avril 1942.

23. Stephen Budiansky, *Blackett's War*, op. cit., p. 199.

24. Patrick M.S. Blackett, *Studies of War*, op. cit., p. 124.

25. *Ibid.*

26. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, op. cit., p. 133.

27. Arthur Harris, *Les bombardiers attaquent*, Plon, Paris, 1947, p. 5.

28. William F. Farren, *Henry Thomas Tizard*, op. cit., p. 399.

29. Et aussi environ 500 000 civils allemands. Max Hastings, *Bomber Command*, op. cit., p. 163.

30. Patrick M. S. Blackett, *Studies of War*, op. cit., p. 125.

31. Henry Hemming, *Churchill's Iceman : The True Story of Geoffrey Pyke – Genius, Fugitive, Spy*, Arrow Books, New York, 2015, p. 119.

32. Geoffrey Pyke, *To Ruhlleben, and back : a great adventure in three phases*, Houghton Mifflin, Boston, 1916, p. 167-168.

33. *Ibid.*, p. 173.

34. David Lampe, *Pyke, the Unknown Genius*, Evan Brothers, Londres, 1959, p. 50-54.

35. *Ibid.*, p. 64-69.

36. Henry Hemming, *Churchill's Iceman*, op. cit., p. 243.

37. François Kersaudy, *Lord Mountbatten, l'étoffe des héros*, Payot, Paris, 2009, p. 111.

38. Louis Mountbatten avait de prime abord pensé à Henry Tizard, mais ce dernier venait de tout laisser tomber en matière de recherche opérationnelle suite à la même affaire.

39. Solly Zuckerman, *Six Men out of the Ordinary*, op. cit., p. 131.
40. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, op. cit., p. 161.
41. NCL, Papers of F. A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 237 : *Minutes and correspondence, Habakkuk*, Lettre de Louis Mountbatten à Lord Cherwell, 31 octobre 1942.
42. David M. Blow, *Max Ferdinand Perutz OM CH CBE. 19 May 1914-6 February 2002 : Elected F.R.S. 1954*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 50, Londres, décembre 2004, p. 234.
43. *Ibid.*, p. 230-234.
44. NCL, Papers of F. A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 237 : *Minutes and correspondence, Habakkuk*, Lettre de Lord Cherwell à Louis Mountbatten, 5 novembre 1942.
45. François Kersaudy, *Lord Mountbatten*, op. cit., p. 112.
46. Michael Harrison, *Mulberry : The Return in Triumph*, W.H. Allen, Londres, 1965, p. 143.
47. NCL, Papers of F. A. Lindemann, Viscount Cherwell, G. 237 : *Minutes and Correspondence, Habakkuk*, Prime Minister's Personal Minute, *General Ismay for COS Committee*, 7 décembre 1942.
48. *La Bible*, Société biblique de Genève, seizième édition, Romanel-sur-Lausanne, 2014, p. 601.
49. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, op. cit., p. 160.
50. The National Archives, (TNA – Kew), PREM 3/216/6, Habakkuk, *Appreciation of position*, 4 décembre 1942.
51. L'orthographe du nom varie, avec deux « b » ou deux « k ».
52. TNA, PREM 3/216/6, Habakkuk, Lettre de Lord Cherwell à Winston Churchill, 10 décembre 1942.
53. *Ibid.*
54. Alan Brooke, *War Diaries*, Phoenix Press, Londres, 2002, p. 445.
55. Surnom de Louis Mountbatten.
56. Alan Brooke, *War Diaries*, op. cit., p. 445-446.
57. *Ibid.*, p. 446.
58. TNA, PREM 3/216/7, Mulberry, *Artificial Harbours for Combined Operations*, 13 août 1943.
59. TNA, PREM 3/216/7, Mulberry, *Piers for use on flat beaches*, 30 mai 1942.
60. Desmond Bernal, *The Freedom of Necessity*, Routledge, Londres, 1949, p. 285.
61. Marc Bloch, *Les Caractères originaux de l'histoire rurale française*, Armand Colin, Paris, 1931.
62. Michael Harrison, *Mulberry : The Return in Triumph*, op. cit., p. 107-109.
63. TNA, PREM 3/216/7, Mulberry, *Artificial Harbours for Combined Operations*, 13 août 1943.
64. Dorothy M.C. Hodgkin, *John Desmond Bernal*, op. cit., p. 58.
65. Henry Hemming, *Churchill's Iceman*, op. cit., p. 376.
66. TNA, PREM 3/216/7, Mulberry, *From First Sea Lord for Controller*, 9 août 1943.
67. TNA, PREM 3/216/7, Mulberry, Minute de Churchill, 5 juin 1944.
68. TNA, PREM 3/216/7, Mulberry, Message du SHAEF à Winston Churchill, 29 juin 1944.
69. Henry Hemming, *Churchill's Iceman*, op. cit., p. 383.
70. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, op. cit., p. 170 et 174.
71. Solly Zuckerman, *Six Men out of the Ordinary*, op. cit., p. 77.
72. Arthur Tedder, *With Prejudice*, Cassel, Londres, 1966, p. 503.
73. Solly Zuckerman, *Six Men out of the Ordinary*, op. cit., p. 77.
74. Albert F. Simpson, *Sicily and Southern Italy*, in W.E. Craven & J.L. Cate, *The Army Air Forces in World War II*, vol. II, *Torch to Pointblank, August 1942 to December 1943*, University of Chicago Press, Chicago, 1983, p. 425-426.
75. Arthur Tedder, *With Prejudice*, op. cit., p. 443.

76. *Ibid.*
77. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, *op. cit.*, p. 203.
78. UEA, *World War II Papers, a Guide*, University of East Anglia, Norwich, 1999, SZ/BBSU British Bombing Survey Unit, 1937-1981.
79. UEA, SZ/BSU/4 Sicily and Italy, 1942-1946, *Air Attacks on Rail and Road Communications (Sicily Report) BSU Report Bo. 4, General Conclusions*, 28 December 1943.
80. Martin Middlebrook & Chris Everitt, *The Bomber Command War Diaries : An Operational Reference Book 1939-1945*, Pen & Sword Aviation, Barnsley, p. 488 ; Norman Longmate, *The Bombers*, *op. cit.*, p. 280.
81. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, *op. cit.*, p. 225.
82. UEA, AEAf Planning 1943-44, SZ/AEAf/1/2 : *Outline Air Plan*, p. 4.
83. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, *op. cit.*, p. 232.
84. UEA, AEAf Planning 1943-44, SZ/AEAf/1/2 : *Outline Air Plan*, p. 5 ; SZ/AEAf/1/3 : *Bombing Committee* ; Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, *op. cit.*, p. 232.
85. Dwight D. Eisenhower, *Croisade en Europe*, Nouveau Monde, Paris, 2013, p. 298.
86. Voir Jean-Charles Focrier, *La Stratégie de la destruction*, Vendémiaire, Paris, 2017.
87. Dwight D. Eisenhower, *The War Years*, vol. III, *Papers of the Papers of Dwight David Eisenhower*, John Hopkins Press, Londres, p. 1784-1785.
88. Anthony Beevor, *D-Day et la bataille de Normandie*, Calmann-Lévy, 2009, p. 62.
89. Walt W. Rostow, *Pre-invasion bombing strategy – General Eisenhower's Decision of March 25, 1944*, University of Texas Press, Austin, 1981, p. 5-6.
90. Imperial War Museum (IWM, Londres), P.417-10/8, Kingston McCloughry, *The Transportation Plan*, p. 29.
91. Solly Zuckerman, *From Apes to Warlords*, *op. cit.*, p. 46.
92. NCL, Papers of F.A. Lindemann, Viscount Cherwell, G.220 : Minutes from Cherwell to Churchill re "Transportation Plan", *Transportation Plan*, 5 avril 1944.
93. IWM, P.417-10/8, IWM, P.417-10/8, Kingston-McCloughry, *The Transportation Plan*, p. 26.
94. UEA, AEAf Planning 1943-44, SZ/AEAf/7/1 : *Defence Committee Papers*, 14 avril 1944.
95. *Ibid.*
96. NCL, Papers of F.A. Lindemann, Viscount Cherwell, G.220 : Minutes from Cherwell to Churchill re "Transportation Plan", *Transportation Plan*, 5 avril 1944.
97. Alan Brooke, *War Diaries 1939-1945*, *op. cit.*, p. 543.
98. Richard G. Davis, *Carl A. Spaatz and the Air War in Europe*, Smithsonian Institution Press, Washington, 1984, p. 403.
99. Alan Brooke, *War Diaries 1939-1945*, *op. cit.*, p. 543.
100. Winston Churchill, *Closing the Ring, The Second World War*, Cassel & Co, Londres, 1952, p. 467.
101. Andrew Knapp, *Les Français sous les bombes alliées 1940-1945*, Tallandier, Paris, 2014, p. 123.
102. UEA, AEAf Planning 1943-44, SZ/AEAf/7/3 : *Casualties Figures and Reports, A Comparison of Casualties Causes and Expected in pre D-Day Attacks on Marshalling Yards*.
103. Jean-Charles Focrier, *La Stratégie de la destruction*, *op. cit.*, p. 274-285.

IV. Aux origines de la bombe

1. John Bernal, *The Freedom of Necessity*, *op. cit.*, p. 272.
2. Thomas Flowers, *Heisenberg's War*, Alfred A. Knopf, New York, 1993, p. 148.
3. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift*, Arcade, New York, 2012, p. 29.

4. Nobel Lectures, *Chemistry 1901-1921*, World Scientific, Singapour, 1999, p. 347-364 ; Nobel Lectures, *Physics 1901-1921*, World Scientific, Singapour, 1998, p. 403-420 et p. 477-492 ; Nobel Lectures, *Physics 1942-1962*, World Scientific, Singapour, 1998, p. 268-280.
5. Kristie Macrakis, *Surviving the Swastika, Scientific Research in Nazi Germany*, Oxford University Press, Oxford, 1993, p. 76-95.
6. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift*, *op. cit.*, p. 3.
7. Nicolas Chevassus-au-Louis, *Savants sous l'Occupation*, Tempus, Paris, 2008, p. 101.
8. Spencer M. Di Scala, "Science and Fascism : The Case of Enrico Fermi", in *Totalitarian Movements and Political Religions*, vol. 6, n° 2, September 2005, p. 201.
9. *Ibid.*, p. 206-207.
10. Nobel Lectures, *Physics 1922-1941*, *op. cit.*, p. 407-424.
11. Otto Hahn, "Autobiographical Notes", in *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 23, Issue 3, 1967, p. 24.
12. Nobel Lectures, *Physics 1922-1941*, *op. cit.*, p. 1-48.
13. Otto Hahn, "Autobiographical Notes", art. cité, p. 27.
14. Denise Kiernan, *The Girls of Atomic City*, Touchstone, New York, 2013, p. 60.
15. Gerry Lander, "Discoveries that Changed the World, 1932-1942 : James Chadwick and Lise Meitner", in *Neutron News*, vol. 18, Issue 3, 2007, p. 14.
16. Nicolas Chevassus-au-Louis, *Pourquoi Hitler n'a pas eu la bombe atomique*, Economica, Paris, 2013, p. 15.
17. Rainer Karlsch, *La Bombe de Hitler*, Calmann-Lévy, Paris, 2005, p. 36.
18. Thomas Flowers, *Heisenberg's War*, *op. cit.*, p. 12.
19. Nicolas Chevassus-au-Louis, *Pourquoi Hitler n'a pas eu la bombe atomique*, *op. cit.*, p. 28-29.
20. Graham Farmelo, *Churchill's Bomb*, *op. cit.*, p. 103.
21. William Lanouette & Bela Silard, *Genius in Shadows*, Skyhorse, New York, 2013, p. 40-43.
22. *Ibid.*, p. 50.
23. Bertrand Goldschmidt, *Pionniers de l'atome*, Stock, Paris, 1987, p. 64-65.
24. William Lanouette & Bela Silard, *Genius in Shadows*, *op. cit.*, p. 116.
25. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift*, *op. cit.*, p. 40.
26. Bertrand Goldschmidt, *Pionniers de l'atome*, *op. cit.*, p. 65.
27. Graham Farmelo, *Churchill's Bomb*, *op. cit.*, p. 103.
28. William Lanouette & Bela Silard, *Genius in Shadows*, *op. cit.*, p. 208.
29. Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb*, Simon & Schuster, New York, 1986, p. 307.
30. Philip L. Cantelon, Richard G. Hewlett & Robert Chadwell Williams, *The American Atom : A Documentary History of Nuclear Policies from the Discovery of Fission to the Present*, University of Pennsylvania Press, Philadelphie, 1991, p. 9-11.
31. Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb*, *op. cit.*, p. 313-314.
32. Irvin Stewart, *Organizing Scientific Research for War*, *op. cit.*, p. 120.
33. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift*, *op. cit.*, p. 148-150.
34. William Lanouette & Bela Silard, *Genius in Shadows*, *op. cit.*, p. 213.
35. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift*, *op. cit.*, p. 91.
36. Rudolf Ernst Peierls, & Richard Henry Dalitz, *Selected Scientific Papers of Sir Rudolf Peierls*, World Scientific, Singapour, 1997, p. 280.
37. *Ibid.*, p. 281.
38. William F. Farren, *Henry Thomas Tizard*, *op. cit.*, p. 336-337.
39. Harrie Massey, *James Chadwick, 20 October 1891-24 July 1974*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 22, Londres, novembre 1976, p. 11-25.
40. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift*, *op. cit.*, p. 80-85.

41. Marcus L. Oliphant & William G. Penney, *John Douglas Cockcroft, op. cit.*, p. 160-161.
42. Philip L. Cantelon, Richard G. Hewlett & Robert Chadwell Williams, *The American Atom, op. cit.*, p. 20.
43. *Ibid.*, p. 18.
44. Graham Farmelo, *Churchill's Bomb, op. cit.*, p. 90.
45. *Ibid.*, p. 197.
46. Irvin Stewart, *Organizing Scientific Research for War, op. cit.*, p. 123.
47. Soit plus de 29 milliards de dollars (2018). Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift, op. cit.*, p. 219.
48. Graham Farmelo, *Churchill's Bomb, op. cit.*, p. 226.
49. Bertrand Goldschmidt, *Pionniers de l'atome, op. cit.*, p. 107-108.
50. Nicolas Chevassus-au-Louis, *Savants sous l'Occupation, op. cit.*, p. 101-105.
51. Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb, op. cit.*, p. 384.
52. Stanley Goldberg & Thomas Powers, "Declassified Files Reopen 'Nazi Bomb' Debate", in *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 48, Issue 7, 1992, p. 33.
53. Thomas Flowers, *Heisenberg's War, op. cit.*, p. 138.
54. Albert Speer, *Au cœur du Troisième Reich*, Pluriel, Paris, 2010, p. 319.
55. Thomas Flowers, *Heisenberg's War, op. cit.*, p. 148.
56. Albert Speer, *Au cœur du Troisième Reich, op. cit.*, p. 322.
57. François Kersaudy, *Les Secrets du III^e Reich*, Perrin, Paris, 2013, p. 65-91.
58. Rainer Karlsch, *La Bombe de Hitler, op. cit.*, p. 253-279.
59. Michael Schaaf, *Heisenberg, Hitler und die Bombe : Gespräche mit Zeitzeugen*, Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Stuttgart, 2001.
60. Robert K. Wilcox, *Japan's Secret War*, Marlowe & Co, New York, 1995, p. 56-57.
61. *Ibid.*, p. 57.
62. *Ibid.*, p. 78.
63. *Ibid.*, p. 90 et 79.
64. *Ibid.*, p. 141-144 et p. 156-160.

DEUXIÈME PARTIE

GLOIRES ET HONTES MÉDICALES

V. L'épopée de la pénicilline

1. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain*, Weidenfeld and Nicolson, 1985, p. 31.
2. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift, op. cit.*, p. 29.
3. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain, op. cit.*, p. 8.
4. Edward Abraham, *Ernst Boris Chain, 19 June 1906-12 August 1979*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 29, Londres, novembre 1983, p. 44.
5. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift, op. cit.*, p. 138-151.
6. *Ibid.*, p. 85-89.
7. *Ibid.*, p. 7-8.
8. William Lanouette & Bela Silard, *Genius in Shadows, op. cit.*, p. 123.
9. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift, op. cit.*, p. 68.
10. Graham Farmelo, *Churchill's Bomb, op. cit.*, p. 125.
11. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain, op. cit.*, p. 18.
12. Edward Abraham, *Howard Walter Florey, Baron Florey of Adelaide and Marston, 1898-1968*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 17, Londres,

novembre 1971, p. 262.

13. André Maurois, *The Life of Sir Alexander Fleming*, Jonathan Cape, 1959, p. 136-137.

14. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain*, *op. cit.*, p. 33.

15. Leonard Colebrook, *Alexander Fleming, 1881-1955*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 2, Londres, novembre 1956, p. 121.

16. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain*, *op. cit.*, p. 35.

17. *Ibid.*, p. 37.

18. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift*, *op. cit.*, p. 116.

19. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain*, *op. cit.*, p. 46.

20. *Ibid.*, p. 48.

21. *Ibid.*, *The Life of Ernst Chain*, *op. cit.*, p. 49-50.

22. André Maurois, *The Life of Sir Alexander Fleming*, *op. cit.*, p. 166.

23. Selman Abraham Waksman est lui-même en 1943 l'auteur de la découverte de la streptomycine, un antibiotique efficace contre la tuberculose, qui continue toujours à faire des ravages.

24. Edward Abraham, *Howard Walter Florey*, *op. cit.*, p. 266.

25. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain*, *op. cit.*, p. 68.

26. Betty Drury & Stephen Duggan, *The Rescue of Science and Learning : The Story of the Emergency Committee in Aid of Displaced Foreign Scholars*, The Macmillan Company, Londres, 1948 ; Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift*, *op. cit.*, p. 62.

27. Irvin Stewart, *Organizing scientific Research for War*, *op. cit.*, p. 98.

28. Carl F. Schmidt, *Alfred Newton Richards, 1876-1966*, Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society, vol. 13, Londres, novembre 1967.

29. Philippe Aziz, *Les Médecins de la mort*, t. III, *Des cobayes par millions*, Famot, Paris, 1976, p. 43.

30. The Alexander Fleming Laboratory Museum (AFLM, Londres), The Discovery and Development of Penicillin, 1928-1945, International Historic Chemical Landmark, novembre 1999, p. 8.

31. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain*, *op. cit.*, p. 71.

32. AFLM, *The Discovery and Development of Penicillin*, p. 6.

33. *Loc. cit.*

34. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain*, *op. cit.*, p. 81.

35. *Ibid.*, p. 82.

36. Gilbert Shama, "Kulturkampf: The German Quest for Penicillin", in *History Today*, vol. 53, 3 mars 2003, p. 5.

37. AFLM, *The Discovery and Development of Penicillin*, p. 8.

38. F. Lopez-Muñoz, P. Garcia-Garcia & C. Alamo, "The Pharmaceutical Industry and the German National Socialist Regime : IG Farben and Pharmacological Research", in *Journal of Clinical Pharmacy and Therapeutics*, 34, 2009, p. 74.

39. Karen M. Masterson, *The Malaria Project*, New American Library, New York, 2014, p. 82-83.

40. Milton Wainwright, "Hitler's Penicillin", in *Perspectives in Biology and Medicine*, vol. 47, n° 2, printemps 2004, p. 190.

41. Philippe Aziz, *Les Médecins de la mort*, *op. cit.*, p. 172.

42. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain*, *op. cit.*, p. 66.

43. Gilbert Shama, "Zones of inhibition ? The Transfer of Information Relating to Penicillin in Europe during World War II", in Allen I. Laskin (ed.), *Advances in Applied Microbiology*, vol. 69, 2009, p. 3.

44. Gilbert Shama, *Zones of inhibition ?*, *op. cit.*, p. 4.

45. Milton Wainwright, *Hitler's Penicillin*, *op. cit.*, p. 190.

46. Robert Bud, *Penicillin : Triumph and Tragedy*, OUP Oxford, Oxford, 2009, p. 77.

47. Gilbert Shama, "Déjà vu – The Recycling of Penicillin in Post-Liberation Paris", in

The Journal Pharmacy in history, 55 (1), 2013, p. 8-9.

48. Institut Pasteur (IP, Paris), FR AIP TRE.GU : direction Jacques Tréfouël, *L'Institut Pasteur dans la Résistance eut cent façons de tromper les nazis – Une interview du docteur Tréfouël*.

49. Nicolas Chevassus-au-Louis, « La Résistance à l'Institut Pasteur (1940-1944) – Une confrontation de la mémoire pastorienne aux sources archivistiques », in *Bulletin de l'Association des anciens élèves de l'Institut Pasteur*, n° 92, septembre 2007, p. 118.

50. IP, FR AIP NIT : Federico Nitti, notice d'archives.

51. Pierre Cayez, « Négocié et survivre : la stratégie de Rhône-Poulenc pendant la Seconde Guerre mondiale », in *Histoire, économie et société*, 1992, 11^e année, n° 3, p. 479-491.

52. Robert Bud, *Penicillin : Triumph and Tragedy*, op. cit., p. 79.

53. Gilbert Shama, *Kulturkampf*, op. cit., p. 5.

54. François Kersaudy, *Les Secrets du III^e Reich*, op. cit., p. 255-292.

55. Norman Ohler, *L'Extase totale*, La Découverte, Paris, 2016, p. 155-158.

56. Milton Wainwright, *Hitler's Penicillin*, op. cit., p. 192.

57. Robert Bud, *Penicillin : Triumph and Tragedy*, op. cit., p. 77.

58. Ronald W. Clark, *The Life of Ernst Chain*, op. cit., p. 99.

VI. Les vaccins du typhus

1. Eugen Kogon, *L'État SS*, Points, Paris, 1993, p. 26-27.

2. Maurice Mathis, *La Vie des poux*, Stock, Paris, 1955, p. 57-58.

3. Andrzej Chwalba, *1914-1918, An Anatomy of Global Conflict*, Jagiellonian University Press, Cracovie, 2014, p. 114.

4. *Ibid.*, p. 115.

5. Arthur Allen, *The Fantastic laboratory of Dr Weigl*, Norton, New York, 2015, p. 34.

6. *Ibid.*, p. 38.

7. *Ibid.*, p. 65-66.

8. *Ibid.*, p. 98.

9. *Ibid.*, p. 136.

10. *Ibid.*, p. 189.

11. Vivien Spitz, *Doctors from Hell*, Sentient, Boulder, 2005, p. 211-212.

12. Flint Whitlock, *Buchenwald : Hell on a hilltop*, Cable Publishing, Brule, 2014, p. 88.

13. Vivien Spitz, *Doctors from Hell*, op. cit., p. 206.

14. Naomi Baumslag, *Murderous Medicine : Nazi Doctors, Human Experimentation, and Typhus*, Greenwood Press, Westport, 2005, p. 136.

15. Nuremberg Trial Project, *Statement by Alfred Balachowsky – experiments on typhus made in the Buchenwald camp*, 17 octobre 1946.

16. Il lutte avec acharnement pendant une partie de sa vie à faire reconnaître le nom de son père, Schuler, obtenant laborieusement de s'appeler Erwin « Schuler ». Son passé lui reste toutefois étroitement lié, puisque étant le plus souvent dénommé Erwin « Ding-Schuler ».

17. Philippe Aziz, *Les Médecins de la mort*, t. III, *Des cobayes par millions*, op. cit., p. 84.

18. Eugen Kogon, *L'État SS*, op. cit., p. 354.

19. *Ibid.*, p. 354.

20. Flint Whitlock, *Buchenwald : Hell on a hilltop*, op. cit., p. 91.

21. Philippe Aziz, *Les Médecins de la mort*, t. II, *Joseph Mengele*, Famot, Genève, 1976.

22. Eugen Kogon, *L'État SS*, op. cit., p. 163-164.

23. Arthur Allen, *The Fantastic laboratory of Dr Weigl*, *op. cit.*, p. 205-206.
24. Eugen Kogon, *L'État SS*, *op. cit.*, p. 195.
25. Gilbert Shama, *Zones of inhibition ?*, *op. cit.*, p. 1-4.
26. Paul Weindling, *Epidemics and Genocide in Eastern Europe, 1890-1945*, Oxford University Press, Oxford, 2000, p. 326-327.
27. IP, FR AIP TRE.GU : direction Jacques Tréfouël, *Lettre au conseiller Joulin, juge d'instruction auprès de la Haute Cour*, Paris, 25 juillet 1945.
28. IP, FR AIP TRE.GU : direction Jacques Tréfouël, *Lettre au conseiller Joulin, juge d'instruction auprès de la Haute Cour*, Paris, 25 juillet 1945. Toutefois, et malgré les dires de Tréfouël prétendant n'avoir concédé que seulement 10 litres de sérum antidiphthérique, les livraisons s'élèvent dans les faits à 1 482 litres. Nicolas Chevassus-au-Louis, *La Résistance à l'Institut Pasteur*, *op. cit.*, p. 124.
29. IP, FR AIP TRE.GU : Direction Jacques Tréfouël, *sans titre*, 28 mars 1945.
30. IP, FR AIP SPA : Hélène Sparrow, *À la mémoire d'Hélène Sparrow, polonaise et française*, Pr Robert Debré, p. 3.
31. IP, FR AIP SPA : Hélène Sparrow, *Hélène Sparrow-Germa (1891-1970)*, extrait du t. 64, n° 1, janvier-février 1971, *Bulletin de la Société de pathologie exotique*.
32. IP, FR AIP SPA : Hélène Sparrow, *À la mémoire d'Hélène Sparrow*, *op. cit.*, p. 9.
33. IP, FR AIP SPA : Hélène Sparrow, Charles Nicolle & Hélène Sparrow, *Application au cobaye et à l'homme de la méthode de vaccination contre le typhus exanthématique par emploi d'intestins phéniqués de poux (Méthode de Weigl)*, Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, t. XXI, fascicule 1, juillet 1932, p. 25-32.
34. IP, FR AIP DUR : Paul Durand, Paul Durand & Hélène Sparrow, *Développement dans le poumon des virus typhiques et boutonneux instillés par voie respiratoire*, Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, t. XXIX, fascicule 1, mars 1940, p. 2.
35. IP, FR AIP GRP : Paul Giroud, Léon Le Minoir, Éloge de Paul Giroud, Bull. Acad. Natle. M2D ; n° 2, séance du 13 février 1990, p. 216.
36. IP, FR AIP DUR : Paul Durand, Paul Durand & Lucien Balozet, *Sérothérapie anti-typhique. 120 cas de typhus traités par le sérum obtenu par inoculations de rickettsies de poumon de souris*, Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, t. XXIX, 1940, p. 363-388.
37. IP, FR AIP GRP : Paul Giroud, Léon Le Minoir, Éloge de Paul Giroud, *op. cit.*, p. 216.
38. IP, FR AIP SPA : Hélène Sparrow, *À la mémoire d'Hélène Sparrow*, *op. cit.*, p. 6 et 9.
39. IP, FR AIP TRE.GU : Jacques Tréfouël, notice d'archives.
40. Marcel Lamy, « Une épopée pastorienne : l'annexe de la Roche Beaulieu de 1941 à 1975 », in *Bulletin de l'Association des anciens élèves de l'Institut Pasteur*, n° 173, nov.-déc. 2002.
41. Nicolas Chevassus-au-Louis, *La Résistance à l'Institut Pasteur*, *op. cit.*, p. 122.
42. Paul Weindling, *Epidemics and Genocide in Eastern Europe*, *op. cit.*, p. 332.
43. La production se poursuit après-guerre, et s'étend au vaccin contre la grippe. L'annexe de la Roche Beaulieu ferme ses portes le 31 juillet 1975. Marcel Lamy, *Une épopée pastorienne*, *op. cit.*
44. Nicolas Chevassus-au-Louis, *La Résistance à l'Institut Pasteur*, *op. cit.*, p. 123.
45. Une formation semble-t-il incomplète, puisque Ding-Schuler retourne à deux reprises à Paris dans le courant de l'année 1943.
46. Flint Whitlock, *Buchenwald : Hell on a Hilltop*, *op. cit.*, p. 91.
47. Vivien Spitz, *Doctors from Hell*, *op. cit.*, p. 206.
48. Naomi Baumslag, *Murderous Medicine : Nazi Doctors*, *op. cit.*, p. 141.
49. Eugen Kogon, *L'État SS*, *op. cit.*, p. 353.
50. *Ibid.*
51. Nuremberg Trial Project, *Statement by Alfred Balachowsky*, *op. cit.*
52. Philippe Aziz, *Les Médecins de la mort*, t. III, *Des cobayes par millions*, *op. cit.*,

p. 102-104.

53. Contrairement à une longue et tenace légende révisionniste, le bombardement de Dresde en février 1945 provoque près de deux fois de victimes, tout en restant l'un des plus meurtriers du conflit.

54. Vivien Spitz, *Doctors from Hell*, op. cit., p. 215.

55. Eugen Kogon, *L'État SS*, op. cit., p. 354.

56. Arthur Allen, *The Fantastic laboratory of Dr Weigl*, op. cit., p. 157.

57. *Ibid.*, p. 167.

58. *Ibid.*, p. 252.

59. Eugen Kogon, *L'État SS*, op. cit., p. 270.

60. *Ibid.*, p. 353.

61. Hermann Eyer est brièvement arrêté en avril 1945 par les Américains, puis un an plus tard par les Britanniques, avant d'être relâché en 1947 devant les preuves évidentes de son comportement tout à fait correct durant la guerre. Malgré ses nombreux crimes Arthur Dietzsch échappe à la pendaison en raison de son rôle dans le sauvetage des parachutistes alliés ; il est condamné à quinze ans de prison mais retrouve la liberté dès 1950 grâce à l'intervention d'Eugen Kogon.

VII. La traque du paludisme

1. Traduction attribuée à Émile Littré.

2. Karen M. Masterson, *The Malaria Project*, op. cit., p. 316.

3. Bernard J. Brabin, "Malaria's Contribution to World War One – the Unexpected Adversary", in *Malaria Journal*, 13 :497, 2014.

4. *Ibid.*

5. Wolfgang U. Eckar & H. Vondra, "Malaria and World War II : German malaria experiments 1939-45", in *Parassitologia*, 42 (1-2), 2000, p. 53-58.

6. Karen M. Masterson, *The Malaria Project*, op. cit., p. 100.

7. George J. Annas & Michael A. Grodin, *The Nazi Doctors and the Nuremberg Code : Human Rights in Human Experimentation*, OUP USA, 1995, p. 75.

8. Vivien Spitz, *Doctors from Hell*, op. cit., p. 106-110.

9. George J. Annas & Michael A. Grodin, *The Nazi Doctors and the Nuremberg Code*, op. cit., p. 76.

10. Vivien Spitz, *Doctors from Hell*, op. cit., p. 114.

11. Le nombre réel de victimes se situe plutôt entre 1 000 et 1 200.

12. Nuremberg Trial Project, Dr Adam Czercovitz, laboratory worker and prisoner at Dachau, Testimonial exhibits in the report on atrocities committed at Dachau Concentration Camp vol. II, Testimony – Exhibits 3 to 24.

13. F. Lopez-Muñoz, P. Garcia-Garcia & C. Alamo, *The Pharmaceutical Industry*, op. cit.

14. Leo B. Slater, *War and Disease : Biomedical Research on Malaria in the Twentieth Century*, Rutgers University Press, New Brunswick, 2014, p. 107.

15. *Ibid.*, p. 109.

16. National Museum, United States Army, Fort Belvoir (NM), Seth Paltzer, *The Other Foe : the US Army's Fight Against Malaria in the Pacific Theater, 1942-45*.

17. Karen M. Masterson, *The Malaria Project*, op. cit., p. 133-135.

18. NM, Seth Paltzer, *The Other Foe*, op. cit.

19. *Ibid.*

20. "Dr. Paul F. Russell, 89 ; Specialist on Malaria", *The New York Times*, 9 novembre 1983.

21. NM, Seth Paltzer, *The Other Foe*, op. cit.

22. Karen M. Masterson, *The Malaria Project*, op. cit., p. 204-205.
23. De moins de 50 Malaria Survey Units en janvier 1943, le total passe à 200 en fin d'année. Karen M. Masterson, *The Malaria Project*, op. cit., p. 197 ; p. 204.
24. Jacques Postel & E. Farjon, *Philippe Decourt (1902-1990) et la découverte des effets psychotropes de la chlorpromazine*, in *Histoire des sciences médicales*, t. XXV, n° 2, 1991, p. 97.
25. La quinacrine est le nom commercial donné par Winthrop à l'atabrine de Bayer.
26. Philippe Decourt, « Le Défaut de communication en médecine et ses conséquences », in *Histoire des sciences médicales*, t. XVII, n° 1, 1982, p. 284.
27. *Ibid.*, p. 284
28. David Greenwood, *Antimicrobial Drugs Chronicle of a Twentieth Century Medical Triumph*, Oxford University Press, Oxford, 2008, p. 298.
29. *Ibid.*
30. Leo B. Slater, *War and Disease*, op. cit., p. 157.
31. Mats Wahlgren & Peter Perlmann, *Malaria : Molecular and Clinical Aspects*, CRC Press, Boca Raton, 1999, p. 6.
32. Franck M. Snowden, *The Conquest of Malaria : Italy, 1900-1962*, Yale University Press, Yale, 2006, p. 88-98.
33. Randall M. Packard, *The Making of a Tropical Disease : A Short History of Malaria*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2011, p. 131.
34. Maurus Reinkowski & Gregor Thum, *Helpless Imperialists : Imperial Failure, Fear and Radicalization*, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, 2012, p. 109.
35. Paul Weindling, *Epidemics and Genocide in Eastern Europe, 1890-1945*, op. cit., p. 227.
36. Franck M. Snowden, *The Conquest of Malaria*, op. cit., p. 136.
37. *Ibid.*, p. 137.
38. *Loc. cit.*
39. Daniel Barenblatt, *A Plague upon Humanity : The Hidden History of Japan's Biological Warfare Program*, Harper Perennial, 2005, p. 182.
40. *Ibid.*, p. 72-73.
41. Jean-Louis Bargolin, *Violences et crimes du Japon en guerre : 1937-1945*, Hachette, Paris, 2009, p. 253.
42. Peter Williams & David Wallace, *La Guerre bactériologique : Les secrets des expérimentations japonaises*, Albin Michel, Paris, 1990, p. 87-88.
43. Daniel Barenblatt, *A Plague upon Humanity*, op. cit., p. 163-172.
44. *Ibid.*, p. 173-174.
45. Peter Williams & David Wallace, *La Guerre bactériologique : Les secrets des expérimentations japonaises*, op. cit., p. 139.
46. Jean-Louis Bargolin, *Violences et crimes du Japon en guerre*, op. cit., p. 251.
47. Donald Roberts, Richard Tren, Roger Bate & Jennifer Zambrone, *The Excellent Powder : DDT's Political and Scientific History*, Dog Ear Publishing, Indianapolis, 2010, p. 1-2.
48. Donald Roberts et al., *The Excellent Powder*, op. cit., p. 3.
49. Paul Weindling, *Epidemics and Genocide in Eastern Europe*, op. cit., p. 381-382.
50. Donald Roberts et al., *The Excellent Powder*, op. cit., p. 4.
51. Hans Rotter, "Miscellanea : Studies on Malaria in Italy during World War II : with Special Consideration of the Region of Frosinone", in *Acta Tropica*, vol. 6, 1949, p. 151.
52. Donald Roberts et al., *The Excellent Powder*, op. cit., p. 7-8.
53. Nathaniel Comfort, "The Prisoner as Model Organism : Malaria Research at Stateville Penitentiary", in *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 40, 2009, p. 193.
54. Karen M. Masterson, *The Malaria Project*, op. cit., p. 163.
55. Thomas J. Kennedy Jr., *James Augustine Shannon, A Biographical Memoir*,

National Academy of Sciences, Washington D.C., 1998, p. 9.

56. Nathaniel Comfort, *The Prisoner as Model Organism*, op. cit., p. 195-199.

57. Naomi Baumslag, *Murderous Medicine*, op. cit., p. 27.

58. *Trials of War Criminals before the Nuremberg Military Tribunals under Control Council Law n° 10*, vol. 2, US Government Printing Office, Washington D.C., 1945, p. 181-182.

59. Nathaniel Comfort, *The Prisoner as Model Organism*, op. cit., p. 200-201.

VIII. On ne juge pas un vainqueur

1. *Trials of War Criminals before the Nuremberg Military Tribunals*, op. cit., p. 181-182.

2. Nobel Lectures, *Chemistry 1942-1962*, World Scientific, Singapour, 1999, p. 350-352.

3. Advisory Committee on Human Radiation Experiments (ACHRE), N°DOE-070194-A-3, *Physiological Hazards of Working with Plutonium*, Glenn Seaborg à Robert Stone, 5 janvier 1944.

4. ACHRE, N°DOE-051094-A-17, *Your Memorandum of August 16, 1944*, Oppenheimer à Hempelmann, 16 août 1944.

5. ACHRE, N°DOE-051094-A-17, *Medical Research Program*, Hempelmann à Oppenheimer, 29 août 1944.

6. ACHRE, N°DOE-051094-A-17, *Meeting of Chemistry Division and Medical Group*, Hempelmann à Oppenheimer, 26 mars 1945.

7. The University of Tennessee, MS.2914, *Hymer Friedell Papers*, Biographical Historical Note, 1943-1996.

8. Denise Kiernan, *The Girls of Atomic City*, op. cit., p. 209-211.

9. ACHRE, N°DOE-113094-B-5, *Experiment I on P. 49+4*, sans date.

10. ACHRE N°DOE-121294-D-1, *Enclosed is a Protocol of the Clinical Experiment as We Intend to Carry it out*, Hymer Friedell, à Louis Hempelmann, 25 avril 1945.

11. ACHRE N°DOE-121294-D-19, *This letter is to report the injection on the second human product subject, HP-2*, Hannah E. Silberstein, University of Rochester, à Wright Langham, Los Alamos Laboratory Health Division, 25 octobre 1945.

12. ACHRE, N°DOE-113094-B-5, *Experiment I on P. 49+4*, sans date.

13. ACHRE N°DOE-051094-A-611, *Division of Biomedical and Environmental Research*, Headquarters-Request to Locate Mr. Ebb Cade, Wilson O. Edmonds, AEC Resident Investigator, à Jon D. Anderson, Director, Division of Inspection, 15 juillet 1974.

14. ACHRE, N°NARA-082294-A-51, *On Monday, May 14th, we plan to have an all day meeting dealing with plutonium*, Robert Stone à Stafford Warren, sans date.

15. ACHRE, Research Project Series, Interview Program File, History Project, Louis Lasagna interviewé par Jon M. Harkness et Suzanne White-Junod, 13 décembre 1994.

16. ACHRE, Research Project Series, Interview Program File, History Project, Thomas Chalmers interviewé par Jon M. Harkness, 9 décembre 1994.

17. ACHRE, Research Project Series, Interview Program File, History Project, Paul Beeson interviewé par Susan E. Lederer, 20 novembre 1994.

18. ACHRE, Research Project Series, Interview Program File, History Project, Leonard Sagan interviewé par Gail Javitt, Suzanne White-Junod, Sandra Thomas et John Kruger, 17 novembre 1994.

19. ACHRE N°DOE-121294-D-1, *Enclosed is a protocol of the clinical experiment as we intend to carry it out*, Hymer Friedell, à Louis Hempelmann, 25 avril 1945.

20. ACHRE, N°DOE-051094-A, *Abstract of Monthly Report for January, 1946*, J.-J. Nickson à R.S. Stone, 23 janvier 1946.

21. ACHRE, N°DOE-051094-A-370, *Distribution and Excretion of Plutonium in Two Human Subjects*, E. R. Russell et J. J. Nickson, 2 octobre 1946.
22. ACHRE, N°DOE-051094-A-370, *Distribution and Excretion of Plutonium in Two Human Subjects*, E. R. Russell et J. J. Nickson, 2 octobre 1946. Le cas de CH-3 est incertain.
23. *Ibid.*
24. ACHRE, N°DOE-121294-D-17, *Visit with Edwin R. Russell, SAVANNAH River Plant*, W.H. Weyzen, 25 avril 1974.
25. ACHRE, *Final Report*, 2^e partie : *Case Studies* ; chap. 5 : *Experiments with Plutonium, Uranium, and Polonium ; The Manhattan District Experiments*.
26. ACHRE, N°IND-071395-A-14, *Proposed Biochemical Program at University of California*, Joseph G. Hamilton, 11 janvier 1945.
27. ACHRE, N°IND-071395-A, *I am writing concerning our experimental subject*, Joseph G. Hamilton à Robert Stone, 7 juillet 1945.
28. ACHRE, University of California Oral History Project, Kenneth Scott interviewé par Sally Hughes, 17 décembre 1979.
29. William Moss & Roger Eckardt, "The Human Plutonium Injection Experiments", in *Los Alamos Science*, n° 23, 1995, p. 198.
30. ACHRE, N°UCSF-022495-A-6, University of California at San-Francisco, *Report of the USCF Ad Hoc Fact Finding Committee on World War II Human Radiation Experiments*, février 1995.
31. William Moss & Roger Eckardt, *The Human Plutonium Injection Experiments*, *op. cit.*, p. 210.
32. *Ibid.*, p. 206.
33. ACHRE, N°DOE-121294-D-3, Revised Plan of "Product" Part of Rochester Experiment, W.H. Langham, sans date.
34. ACHRE, N°DOE-120894-C-1, Proceedings of the Second Annual Meeting on Bio-Assay and Analytical Chemistry, W.H. Langham, 27 septembre 1957.
35. Edd Cabe reçoit *a posteriori* l'appellation « HP-12 » à Oak Ridge, bien qu'il soit le premier de la liste des expérimentations humaines du projet *Manhattan*.
36. William Moss & Roger Eckardt, *The Human Plutonium Injection Experiments*, *op. cit.*, p. 204-207.
37. ACHRE, N°CON-030795-A-2, Biological Studies with Plutonium, Radium, and Plutonium, Robert M. Fink, sans date.
38. ACHRE, N°DOE-051094-A-468, *Clinical Testing*, John L. Burling à Edwin E. Huddleson, 7 mars 1947.
39. *Trials of War Criminals before the Nuremberg Military Tribunals*, *op. cit.*, p. 181-182.
40. *Ibid.*
41. *Ibid.*
42. ACHRE, *Final Report*, 2^e partie : *Case Studies*, chap. 5 : *Experiments with Plutonium, Uranium, and Polonium*, conclusion.
43. William Moss & Roger Eckardt, *The Human Plutonium Injection Experiments*, *op. cit.*, p. 210.
44. ACHRE, *Final Report*, 2^e partie : *Case Studies*, chap. 5 : *Experiments with Plutonium, Uranium, and Polonium*, conclusion.
45. *Ibid.*
46. William L. O'Neill, *The Oxford Essential Guide to World War II*, Berkley Books, New York, p. 171.
47. Certaines sources évoquent 50 millions de morts uniquement pour la Chine. Spencer C. Tucker, *World War II : The Definitive Encyclopedia and Document Collection*, ABC-CLIO, Santa-Barbara, 2016, p. 367.
48. Mark Mazower, *Dans la Grèce d'Hitler*, Tempus, Perrin, Paris, 2012, p. 81-84.
49. William I. Hitchcock, *The Bitter Road to Freedom : A New History of the*

Liberation of Europe, Simon and Schuster, New York, 2009, p. 120-122.

50. Fernand Joly, « La Situation économique du Maroc », in *Annales de géographie*, t. 57, n° 305, 1948, p. 65-70.

51. Dantès Singiza, *La Famine ruzagayura (Rwanda, 1943-1944), causes, conséquences et réactions des autorités*, mémoire de maîtrise, université de Liège, 2011, p. 92-93.

52. Rana Mitter, *China's War with Japan 1937-1945*, Penguin, Londres, 2014, p. 264-273.

53. Madhusree Mukerjee, *Churchill's Secret War*, Basic Books, New York, 2010, p. IX.

54. *Ibid.*, p. 246-247.

55. *Ibid.*, p. 232.

56. Alan Brooke, *War Diaries*, *op. cit.*, p. 567.

57. Thomas Wilson, *Churchill and the Prof*, *op. cit.*, p. 129.

58. *Ibid.*, p. 132.

59. Madhusree Mukerjee, *Churchill's Secret War*, *op. cit.*, p. 203.

60. Emphase dans le texte.

61. Winston Churchill, *The Hinge of Fate*, Houghton Mifflin Harcourt, Boston, 1986, p. 182.

62. Arthur Herman, *Absent Churchill, Bengal's Famine Would Have Been Worse*, in *The Churchill Project*, Hillsdale College, Michigan, 13 octobre 2017.

63. *Ibid.*

64. Arthur Herman, *Freedom's Forge*, *op. cit.*, p. 247.

65. *Ibid.*, p. 190.

66. T.W. Beagle, *Effects-Based Targeting : Another Empty Promise ?*, Air University Maxwell Air Force Base, Alabama, 2000, p. 26.

67. Madhusree Mukerjee, *Churchill's Secret War*, *op. cit.*, p. IX.

68. Andrew Knapp, « “Nous vous attendions dans la joie, nous vous accueillons dans le deuil” : la libération dans la mémoire des Havrais », in *Les Bombardements alliés sur la France durant la Seconde Guerre mondiale : stratégies, bilans matériels et humains*, Cahiers du CEHD n° 37, Vincennes, 2007, p. 75-100 ; Eddy Florentin, *Quand les Alliés bombardaient la France*, Perrin, Paris, 1997, p. 399.

69. William Hoffman, *Meet Monsieur Cholesterol*, Department of Laboratory Medicine & Pathology, University of Minnesota, 1979.

70. Emphase dans le texte.

71. William Hoffman, *Meet Monsieur Cholesterol*, *op. cit.*

72. Leah M. Kalm & Richard D. Semba, “They Starved So That Others Be Better Fed : Remembering Ancel Keys and the Minnesota Experiment”, in *The Journal of Nutrition*, vol. 135, Issue 6, 1^{er} juin 2005, p. 1347.

73. Irwin Stewart, *Organizing Scientific Research for War*, *op. cit.*, p. 109.

74. *Ibid.*

75. Leah M. Kalm & Richard D. Semba, *They Starved So That Others Be Better Fed*, *op. cit.*, p. 1348.

76. *Ibid.*, p. 1349.

77. *Loc. cit.*

78. *Ibid.*, p. 1351.

79. *Trials of War Criminals before the Nuremberg Military Tribunals*, *op. cit.*, p. 181-182.

80. A. Keys, A. Henschel, O. Mickelsen & H.L. Taylor, *The Biology of Human Starvation*, 2 vol., University of Minnesota Press, Minneapolis, 1950.

IX. La lumière vient de Pologne

1. Marian Rejewski, *Memories of my work at the Cipher Bureau of the General Staff Second Department, 1930-1945*, Adam Mickiewicz University Press, Poznań, 2011, p. 53.

2. Les premiers modèles commerciaux d'Enigma ne disposent pas de tableau de permutations, contrairement aux versions militaires ultérieures, équipées par ailleurs de câblages différents.

3. Joel Greenberg, *Gordon Welchman – Bletchley Park's Architect of Ultra intelligence*, Frontline Books, Barnsley, 2016, p. 204.

4. Arthur Scherbius n'a guère le temps de savourer son tardif succès, tué dans un accident de la route en 1929.

5. Envoyé par le ministre des Affaires étrangères Arthur Zimmerman à l'ambassade allemande au Mexique, ce télégramme stipulait de chercher à établir une alliance avec le Mexique contre les États-Unis. Intercepté par les Britanniques, le message n'a pas manqué de contribuer à activer l'entrée en guerre des États-Unis.

6. Ronald W. Clark, *The Man who Broke Purple*, Corgi, Londres, 1977, p. 55-60.

7. Service historique de la Défense (SHD, Vincennes), 14 YD 755 : Gustave Bertrand (1898-1983), *Résumé des notes obtenues* (1934).

8. Service historique de la Défense (SHD, Vincennes), 14 YD 755 : Gustave Bertrand (1898-1983), *Résumé des notes obtenues* (1934).

9. Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, Plon, Paris, 1972, p. 38.

10. Olivier Forcade, *La République secrète : Histoire des services spéciaux français de 1918 à 1939*, Nouveau Monde, Paris, 2008, p. 262-263.

11. SHD, DE 2016 ZB 25 1, *Interception et décryptement au sein du SR de l'EMA (1930-1942)*, p. 15.

12. David Kahn, *The Reader of Gentlemen's mail*, Yale University Press, New Haven, 2004, p. XV, p. 46.

13. *Ibid.*

14. SHD, DE 2016 ZB 25 1, *Interception et décryptement au sein du SR de l'EMA (1930-1942)*, p. 10-11.

15. Paul Paillole, *Notre espion chez Hitler*, Nouveau Monde, Paris, 2013.

16. David Kahn, *How I discovered World WAR II's Greatest Spy*, CRC Press, Boca Raton, 2014, p. 3-25.

17. Paul Paillole, *Notre espion chez Hitler*, *op. cit.*, p. 41.

18. Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, *op. cit.*, p. 25.

19. *Ibid.*, p. 23

20. Jean Stengers, "Enigma, the French, the Poles and the British 1931-1940", in *Revue belge de philologie et d'histoire*, t. 82, fasc. 1-2, 2004, p. 451.

21. Paul Paillole, *Notre espion chez Hitler*, *op. cit.*, p. 42-44.

22. Robert J. Hanyok, *Before Enigma : Jan Kowalewski and the early days of the Polish Cipher Bureau (1919-1922)*, in Władysław Kozaczuk & Jerzy Straszak, *Enigma : How the Poles Broke the Nazi Code*, Hippocrene Books, New York, 2004, p. 87-95.

23. Zdzisław J. Kapera, *Before Enigma there was Gale*, *The Enigma Bulletin* n° 6, édité par Zdzisław J. Kapera, Cracovie, 2002, p. 61-62.

24. Zdzisław J. Kapera, *Marian Rejewski, the Man who defeated Enigma*, *The Enigma Bulletin* n° 8, édité par Zdzisław J. Kapera, Cracovie, 2013, p. 76.

25. Hugh Sebag-Montefiore, *Enigma, the Battle for the Code*, Weidenfeld & Nicolson, Londres, 2004, p. 35-36.

26. Zdzisław J. Kapera, *Marian Rejewski*, *op. cit.*, p. 35-38.

27. Marcel Givierge, *Cours de cryptographie*, Berger-Levrault, Paris, 1932.

28. Marian Rejewski, *Memories of My Work at the Cipher Bureau*, *op. cit.*, p. 16-17.

29. *Ibid.*, p. 17 ; Zdzisław J. Kapera, *Before Enigma there was Gale*, *op. cit.*, p. 25-51.

30. Olivier Forcade, *La République secrète*, *op. cit.*, p. 270.

31. Nom de code de Gwido Langer.

32. Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, *op. cit.*, p. 37.

33. Paul Paillole, *Notre espion chez Hitler*, *op. cit.*, p. 49.

34. *Ibid.*, p. 55.

35. *Ibid.*, p. 57.

36. *Ibid.*, p. 58.

37. Gilbert Bloch, "Polish Reconstitution of the German Military Enigma and the First Decryptions of its Messages", in *Journal of Intelligence History*, 1 :1, 2001, p. 40. L'impact décisif des documents fournis par Hans-Thilo Schmidt fait généralement consensus parmi les spécialistes d'Enigma. Certains experts comme Władysław Kozaczuk et Zdzisław Jan Kapera estiment toutefois cette aide comme non nécessaire, bien que particulièrement utile. Dans les tous les cas, les documents de Hans-Thilo Schmidt ont assurément facilité le travail des décodeurs polonais, tout en renforçant la coopération entre les services secrets français et polonais.

38. Zdzisław J. Kapera, *Marian Rejewski*, *op. cit.*, p. 42.

39. Marian Rejewski, *Memories of my Work at the Cipher Bureau*, *op. cit.*, p. 105.

40. Władysław Kozaczuk & Jerzy Straszak, *Enigma : How the Poles Broke the Nazi Code*, *op. cit.*, p. 15-16.

41. *Ibid.*, p. 20.

42. Paul Paillole, *Notre espion chez Hitler*, *op. cit.*, p. 158.

43. Zdzisław J. Kapera, *People of the Enigma : Jerzy Witold Rozycki (1909-42)*, in Władysław Kozaczuk & Jerzy Straszak, *Enigma : How the Poles Broke the Nazi Code*, *op. cit.*, p. 81 ; Hugh Sebag-Montefiore, *Enigma, the Battle for the Code*, *op. cit.*, p. 35-36.

44. Pour William F. Friedman.

45. Stephen Budiansky, *Battle of Wits*, *op. cit.*, p. 109-110.

46. Zdzisław J. Kapera, *The Triumph of Zygański's sheets – The Polish Enigma in the Early 1940s*, *The Enigma Bulletin* n° 9, édité par Zdzisław J. Kapera, Cracovie, 2015, p. 21-25.

47. Marian Rejewski, *Memories of My Work at the Cipher Bureau*, *op. cit.*, p. 112.

48. Zdzisław J. Kapera, *People of the Enigma : Jerzy Witold Rozycki (1909-42)*, in Władysław Kozaczuk & Jerzy Straszak, *Enigma : How the Poles Broke the Nazi Code*, *op. cit.*, p. 82-83.

49. Contrairement à la « méthode de l'horloge » de Jerzy Różycki reprise ultérieurement par Alan Turing, la « bombe » polonaise n'a pas directement inspiré la future bombe de Turing-Welchman, beaucoup plus sophistiquée, et à laquelle les mathématiciens britanniques pensaient déjà avant de connaître l'existence de la bombe de Marian Rejewski.

50. Marian Rejewski, *Memories of My Work at the Cipher Bureau*, *op. cit.*, p. 113.

51. Paul Paillole, *Notre espion chez Hitler*, *op. cit.*, p. 181.

52. Zdzisław Kapera, *The Triumph of Zygański's Sheets*, *op. cit.*, p. 115.

53. Frédéric Dessberg, « La Russie et l'URSS : un élément dérangeant des relations franco-polonaises au XX^e siècle », in *Prace Historyczne* 142, Université Jagellonne, Cracovie, 2015, p. 611.

54. Olivier Forcade, *La République secrète*, *op. cit.*, p. 273-277.

55. Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, *op. cit.*, p. 57.

56. SHD, 14 YD 755 : Gustave Bertrand (1898-1983), *Résumé des notes de M. le Capitaine Bertrand*, 4 août 1937.

57. SHD, DE 2016 ZB 25 1, *Interception et Décryptement au sein du SR de l'EMA (1930-1942)*, p. 22.
58. *Ibid.*, p. 22.
59. Stephen Budiansky, *Battle of Wits*, The Free Press, New York, 2000, p. 229.
60. TNA, HW 65/2, *Appreciations of Material from French Sources and Receipts*, John Tiltman, *Report of Two Batches of Documents Received from the French*, 30 septembre 1938.
61. SHD, DE 2016 ZB 25 1, Lettre de Louis Rivet à Stewart Menzies, 14 décembre 1938.
62. Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, *op. cit.*, p. 57.
63. Henri Braquenié, représentant de la cryptologie pour l'état-major de l'armée de l'air, n'est présent qu'en qualité d'observateur.
64. Mavis Batey, *Dilly – The Man who broke Enigma*, Biteback Publishing, Londres, 2017, p. 70.
65. Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, *op. cit.*, p. 58.
66. SHD, DE 2016 ZB 25, *Compte rendu du Cne Bertrand a/s de la collaboration anglo-franco-polonaise en matière d'écoutes sur l'Allemagne et d'exploitation des textes chiffrés interceptés*, 14 janvier 1939.
67. Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, *op. cit.*, p. 59.
68. Ralph Erskine, "The Poles Reveal their Secrets : Alastair Denniston's Account of the July 1939 Meeting at Pry", in *Cryptologia*, 30 :4, 2004, p. 300.
69. *Ibid.*
70. Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, *op. cit.*, p. 59.

X. La guerre des décodeurs

1. Stuart Milner Barry, préface de Gordon Welchman, *The Hut Six Story*, M & M Baldwin, Cleobury Mortimer, 1997, p. XIII.
2. Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, *op. cit.*, p. 61.
3. *Ibid.*
4. SHD, DE 2016 ZB 25, Lettre de Denniston à Bertrand, 3 août 1939.
5. *Ibid.*
6. Mavis Batey, *Dilly – The Man who broke Enigma*, *op. cit.*, p. 9.
7. *Ibid.*, p. 11.
8. *Ibid.*, p. 12.
9. Stephen Budiansky, *Colossus, Codebreaking, and the Digital Age*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus – The Secrets of Bletchley Park's Codebreaking Computers*, Oxford University Press, Oxford, 2006, p. 57.
10. *Ibid.*
11. Stephen Budiansky, *Battle of Wits*, *op. cit.*, p. 95.
12. Zdzisław Kapera, *Marian Rejewski, the Man who broke Enigma*, *op. cit.*, p. 42.
13. Henri Braquenié.
14. Marian Rejewski, Henryk Zygalski et Jerzy Różycki.
15. Maksymilian Ciężki.
16. TNA, HW 25/12 – ENIGMA history. Papers relating to the pre-war meetings between French and Polish, lettre de Dilly Knox à Alastair Denniston, 4 août 1939.
17. Marian Rejewski, *How Polish Mathematicians deciphered the Enigma*, in *Annals of the History of Computing*, *op. cit.*, p. 228.
18. Marian Rejewski, *Memories of My Work at the Cipher Bureau*, *op. cit.*, p. 66.
19. Władysław Kozaczuk & Jerzy Straszak, *Enigma : How the Poles Broke the Nazi Code*, *op. cit.*, p. 236.
20. Jean Stengers, *Enigma, the French, the Poles and the British 1931-1940*, *op. cit.*,

21. En français dans le texte. Mavis Batey, *Dilly – The Man who Broke Enigma*, *op. cit.*, p. 90.
22. Paul Paillole, *Notre espion chez Hitler*, *op. cit.*, p. 187.
23. Gustave Bertrand, *Enigma ou la plus grande énigme de la guerre*, *op. cit.*, p. 60-61.
24. Hugh Sebag-Montefiore, *Enigma, the Battle for the Code*, *op. cit.*, p. 55-59.
25. Zdzisław Kapera, *The Triumph of Zygalsky's sheets*, *op. cit.*, p. 43-47.
26. Joel Greenberg, *Gordon Welchman*, *op. cit.*, p. 6-9.
27. Gordon Welchman, *The Hut Six Story*, *op. cit.*, p. 33.
28. *Ibid.*, p. 12-13.
29. *Ibid.*, p. 197.
30. Andrew Hodges, *Alan Turing*, Michel Lafon, Paris, 2015, p. 221.
31. John Herivel, *Herivelismus and the German military Enigma*, M & M Baldwin, Cleobury Mortimer, 2003, p. 62.
32. Gordon Welchman, *The Hut Six Story*, *op. cit.*, p. 34.
33. *Ibid.*, p. 72-73.
34. *Ibid.*, p. 34.
35. Władysław Kozaczuk & Jerzy Straszak, *Enigma : How the Poles Broke the Nazi Code*, *op. cit.*, p. 31.
36. Zdzisław Kapera, *The Triumph of Zygalsky's Sheets*, *op. cit.*, p. 83.
37. TNA, HW 25/12 – ENIGMA history. Papers relating to the pre-war meetings between French and Polish, lettre de Dilly Knox à Alastair Denniston, 7 janvier 1940.
38. Zdzisław J. Kapera, *Marian Rejewski*, *op. cit.*, p. 48.
39. Gordon Welchman, *The Hut Six Story*, *op. cit.*, p. 76.
40. *Ibid.*, p. 10-11.
41. *Ibid.*, p. 84.
42. Mavis Batey, *Dilly – The Man who Broke Enigma*, *op. cit.*, p. 113-114.
43. John Herivel, *Herivelismus and the German Military Enigma*, *op. cit.*, p. 78-79.
44. Frank Carter, "Keith Batey and John Herivel : Two Distinguished Bletchley Park Cryptographers", in *Cryptologia*, 35 :3, 2011, p. 278.
45. Le Haut-Commandement français n'avait pas ou peu tenu compte des décryptages d'Enigma.
46. Zdzisław Kapera, *In the Shadow of Pont du Gard*, The Enigma Press, Cracovie, 2011, p. 16-22.
47. Andrew Hodges, *Alan Turing*, *op. cit.*, p. 289.
48. Gordon Welchman, *The Hut Six Story*, *op. cit.*, p. 218.
49. *Ibid.*, p. 120.
50. Donald W. Davies, "Effectiveness of the Diagonal Board", in *Cryptologia*, 23 :3, 1999, p. 229.
51. Gordon Welchman, *The Hut Six Story*, *op. cit.*, p. 81.
52. Michael Smith & Ralph Erskine, *Action this Day*, Bantam Press, Londres, 2001 ; Joel Greenberg, *Gordon Welchman*, *op. cit.*, p. 46.
53. Joel Greenberg, *ibid.*, p. 105.
54. David Kahn, *The Reader of Gentlemen's Men*, Yale University Press, New Haven, 2004, p. 2.
55. *Ibid.*, p. 98.
56. John F. Dooley, "Was Herbert O. Yardley a Traitor ?", in *Cryptologia*, 35 :1, 2010.
57. Ronald W. Clark, *The Man who Broke Purple*, Corgi, Londres, 1977, p. 13-34.
58. *Ibid.*, p. 67.
59. *Ibid.*, p. 102-103.
60. Susan M. Lujan, "Agnes Meyer Driscoll", in *Cryptologia*, 15 :1, 1991.
61. Ronald W. Clark, *The Man who Broke Purple*, *op. cit.*, p. 101-103.
62. Edwin Black, *IBM et l'Holocauste – L'alliance stratégique entre l'Allemagne nazie*

et la plus puissante multinationale américaine, Robert Laffont, Paris, 2001, p. 11.

63. *Ibid.*, p. 435.

64. Benjamin Ginsberg, *How the Jews Defeated Hitler : Exploding the Myth of Jewish Passivity in the Face of Nazism*, Rowman & Littlefield Publishers, Lanham, 2016, p. 78-79.

65. *Ibid.*, p. 80.

66. Stephen Budiansky, *Battle of Wits*, *op. cit.*, p. 166-166.

67. David Khan, *How I discovered World War II's greatest spy*, *op. cit.*, p. 44-45.

68. Michael Smith, *The Emperor's Codes, Bletchley Park's Role in Breaking Japan's Secret Ciphers*, Dialogue, Londres, 2010, p. 92.

69. Michael Smith, *The Emperor's Codes*, *op. cit.*, p. 158-160.

70. Stephen Budiansky, *Battle of Wits*, *op. cit.*, p. 239.

71. Lee A. Gladwin, "Alan Turing's visit to Dayton", in *Cryptologia*, 25 :1, 2001, p. 12.

72. *Ibid.*, p. 13.

73. Jim DeBrosse & Colin Burke, *The Secret Building 26*, Random House, New York, 2004, p. 68-69.

74. Ralph Erskine, "The Holder Agreement on Naval Sigint : the first BRUSA ?", in *Intelligence and National Security*, vol. 14, n° 2, 1999, p. 187-197.

75. Jean Medralla, *Les Réseaux de renseignements franco-polonais*, L'Harmattan, Paris, 2005, p. 184-185.

76. Stuart Milner Barry, préface de Gordon Welchman, *The Hut Six Story*, *op. cit.*, p. XIV.

77. W. Kozaczuk & J. Straszak, *How the Poles Broke the Nazi Codes*, *op. cit.*, p. 76.

78. Zdzisław J. Kapera, *Marian Rejewski*, *op. cit.*, p. 65. William Bundy est avocat, conseiller présidentiel de John F. Kennedy et ancien membre de la liaison américaine à Bletchley Park.

79. Winston Churchill, *Mémoires de guerre*, vol. II, 1941-1945, *op. cit.*, p. 51.

80. Ronald W. Clark, *The Man who Broke Purple*, *op. cit.*, p. 175-179.

81. Gordon Welchman, *The Hut Six Story*, *op. cit.*, p. 12-13.

82. Randy Rezabek, "TICOM and the Search for OKW/Chi", in *Cryptologia*, 37 :2, 2013, p. 141.

83. *Ibid.*, p. 151.

84. National Security Agency (NSA, Fort Meade), *European Axis Signal Intelligence in World War II as revealed by "TICOM" investigations and by other prisoner of war interrogations and captured material, principally German*, 9 vol., TICOM, 1946.

85. Randy Rezabek, *TICOM and the Search for OKW/Chi*, *op. cit.*, p. 143.

86. NSA, *European Axis Signal Intelligence in World War II*, *op. cit.*, vol. I, *Synopsis*, p. 7-8.

87. *Ibid.*, p. 7.

88. NSA, *European Axis Signal Intelligence in World War II*, *op. cit.*, vol. III, *The Signal Intelligence Agency of the Supreme Command, Armed Forces*, *op. cit.*, p. 94-95.

89. *Ibid.*, p. 90.

90. *Ibid.*, p. 21.

91. David Alvarez, "Wilhelm Fenner and the Development of the German Cipher Bureau, 1922-1939", in *Cryptologia*, 31 :2, 2007, p. 152-163.

92. Georg Aumann, Ernst Witt, Wolfgang Franz, Werner Weber, Johann Friedrich Schultze et Alexander Aigner, tous des mathématiciens renommés.

93. NSA, *European Axis Signal Intelligence in World War II*, *op. cit.*, vol. III, *The Signal Intelligence Agency of the Supreme Command, Armed Forces*, *op. cit.*, p. 11.

94. *Ibid.*, p. 4.

95. Les « téléscripteurs cryptographiques » désignent principalement les machines de Lorenz SZ 40 et SZ 42, ainsi que la Siemens & Halske T 52.

96. NSA, *European Axis Signal Intelligence in World War II*, *op. cit.*, vol. II, *Notes on*

German High Level Cryptography and Cryptanalysis, p. 4.

97. Klaus Schmeh, "Enigma's Contemporary Witness : Gisbert Hasenjaeger", in *Cryptologia*, 33 :4, 2009, p. 345.

98. *Ibid.*, p. 344-345.

99. NSA, *European Axis Signal Intelligence in World War II*, *op. cit.*, vol. III, *The Signal Intelligence Agency of the Supreme Command, Armed Forces*, *op. cit.*, p. 85.

100. *Ibid.*, p. 81.

101. *Ibid.*, p. 57-58.

102. NSA, *European Axis Signal Intelligence in World War II*, *op. cit.*, vol. IV, *Signal Intelligence Service of the Army High Command*, p. 180-182 ; Randy Rezabek, TICOM Archive, *Secret Intelligence in Nazi Germany*, GdNA (Army).

103. Marcus Faulkner, "The Kriegsmarine, Signals Intelligence and the Development of the B-Dienst Before the Second World War", in *Intelligence and National Security*, 25 :4, 2010, p. 521-546.

104. TNA, HW 73/1 – Enemy Cryptanalysis of High Grade British Codes and Ciphers to the End of 1943. Detailed Analysis of Evidence that the Germans Were Reading British Naval Cyphers, *Enemy Cryptography on High Grade British Codes and Ciphers*, 1^{er} juillet 1942.

105. NSA, *Battle of the Atlantic*, vol. III, *German Naval Communications Intelligence* (SRH-024), chap. VII, *German Fears of the Compromise of Their Naval Cipher*, p. 84-93.

106. Heinz Höhne et Hermann Zolling, *The General Was a Spy : the Truth About General Gehlen and His Spy Ring*, Coward, McCann & Geoghegan, New York, 1972.

107. Le journaliste et spécialiste d'Enigma Hugh Sebag-Montefiore s'est entretenu avec Gisela Schmidt dans les années 2000, lui indiquant notamment l'emplacement de la tombe de son père. Hugh Sebag-Montefiore, *The Battle for the Code*, *op. cit.*, p. 287-292.

108. Hugh Sebag-Montefiore, *The Battle for the Code*, *op. cit.*, p. 347.

XI. La naissance de l'informatique

1. William T. Tutte, *My Work at Bletchley Park*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 352.

2. B. Jack Copeland, *The German Tunny Machine*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 39-40.

3. Quartier général du maréchal Erwin Rommel, commandant le groupe d'armées B dans le nord de la France au début de 1944, chargé de repousser l'offensive alliée considérée comme inévitable.

4. B. Jack Copeland, *The German Tunny Machine*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 40-41.

5. NSA, *European Axis Signal Intelligence in World War II*, *op. cit.*, vol. III, *The Signal Intelligence Agency of the Supreme Command, Armed Forces*, *op. cit.*, p. 81.

6. Friedrich L. Bauer, *The Tiltman Break*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 370-375.

7. John J. O'Connor et Edmund F. Robertson, *William Thomas Tutte*, School of Mathematics and Statistics, University of St Andrews, Scotland, 2003.

8. *Ibid.*

9. William T. Tutte, *My Work at Bletchley Park*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 352.

10. B. Jack Copeland, *The German Tunny Machine*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 57-58.

11. John J. O'Connor et Edmund F. Robertson, *William Thomas Tutte*, *op. cit.*

12. *Ibid.*

13. TNA, HW 25/23, Brian Randell, *The COLOSSUS, an Attempt to Document the Story of the Development of COLOSSUS and the People Involved*, juin 1976, p. 37.
14. John J. O'Connor et Edmund F. Robertson, *Maxwell Herman Alexander Newman*, School of Mathematics and Statistics, *op. cit.*
15. William Newman, *Max Newman – Mathematician Codebreaker, and Computer Pioneer*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 180.
16. B. Jack Copeland *et al.*, *Mr Newman's Section*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 157-158.
17. TNA, HW 25/23, Brian Randell, *The Colossus*, *op. cit.*, p. 38.
18. Thomas H. Flowers, *D-Day at Bletchley Park*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 79.
19. *Ibid.*, p. 80.
20. B. Jack Copeland, *Colossus and the Rise of the Modern Computer*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 107.
21. Stephen Budiansky, *Colossus, Codebreaking and the Digital Age*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 62.
22. Thomas H. Flowers, *D-Day at Bletchley Park*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 81.
23. William Newman, *Max Newman – Mathematician Codebreaker, and Computer Pioneer*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 187.
24. *Ibid.*, p. 187.
25. TNA, HW 25/23, Brian Randell, *The Colossus*, *op. cit.*, p. 42-43.
26. Thomas H. Flowers, *D-Day at Bletchley Park*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 82.
27. *Ibid.*, p. 83.
28. Craig Graham McKay, "Swedish Cryptanalysis and the Saga of Arne Beurling", in *Cryptologia*, 23 :3, 1999, p. 257.
29. Wolfgang Mache, "Geheimschreiber", in *Cryptologia*, 10 :4, 1986, p. 231.
30. D.W. Davies, "New Information on the History of the Siemens and Halske T52 Cipher Machines", in *Cryptologia*, 18 :2, 1994, p. 142.
31. Frode Weierud, *Bletchley Park's Sturgeon – The Fish that Laid No Eggs*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 310.
32. Wolfgang Mache, "Geheimschreiber", art. cité, p. 235.
33. Bengt Beckman, *Codebreakers : Arne Beurling and the Swedish Crypto Program During World War II*, American Mathematical Society, Providence, 2002, p. 37.
34. Traduit en anglais sous le titre *The Contributions of the Cipher Bureau in the World War of the Armies*.
35. Arne Fransen, "On Some Swedish Successes in Cryptanalysis in World War II", in *Journal of Intelligence History*, 1 :1, 2001, p. 1-6.
36. *Ibid.*, p. 2-3.
37. David Kahn, *Finland's Codebreaking in World War II*, in David Kahn, *How I discovered World War II's Greatest Spy*, *op. cit.*, p. 273-288.
38. Bengt Beckman, *Codebreakers : Arne Beurling and the Swedish Crypto Program During World War II*, *op. cit.*, p. 75.
39. *Ibid.*, p. 119.
40. Craig McKay, *German Teleprinter traffic and Swedish Wartime Intelligence*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 330.
41. Bengt Beckman, *Codebreakers : Arne Beurling and the Swedish Crypto Program During World War II*, *op. cit.*, p. 120.
42. Anna Grazhdan, *Soviet Storm : World War II in the East*, 8 : *The Secret War*, série télévisée en 17 épisodes, 2011.
43. Zdzisław Kapera, "Summary Report of the State of the Soviet Military Sigint in November 1942 Noticing 'ENIGMA'", in *Cryptologia*, 35 :3, 2011, p. 253.

44. *Ibid.*, p. 248.
45. Bengt Beckman, *Codebreakers : Arne Beurling and the Swedish Crypto Program During World War II*, *op. cit.*, p. 203.
46. Frode Weierud, *Bletchley Park's Sturgeon – The Fish that laid no eggs*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 316-318.
47. Bengt Beckman, *Codebreakers : Arne Beurling and the Swedish Crypto Program During World War II*, *op. cit.*, p. 205.
48. B. Jack Copeland, *Colossus and the Rise of the Modern Computer*, in B. Jack Copeland *et al.*, *Colossus*, *op. cit.*, p. 112-115.
49. John J. O'Connor et Edmund F. Robertson, *John von Neumann*, School of Mathematics and Statistics, *op. cit.*
50. *Ibid.*
51. Bernard Cohen, *Howard Aiken : Portrait of a Computer Pioneer*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1999, p. 147.
52. *Ibid.*, p. 156.
53. Horst Zuse, *The Life and Work of Konrad Zuse*, in *Every Day Practical Electronics Online*, 2010.
54. Bernard Cohen, *Howard Aiken : Portrait of a Computer Pioneer*, *op. cit.*, p. 166.
55. *Ibid.*
56. *Ibid.*, p. 168.

XII. Histoires d'espionnage

1. Samuel A. Goudsmit, *L'Allemagne et le Secret atomique : la Mission Alsos*, Fayard, Paris, 1948, p. 11.
2. Alan P. Dobson & Steve Marsh, *Churchill and the Anglo-American Special Relationship*, Routledge, Abingdon-on-Thames, 2017, p. 187-188.
3. Winston Churchill, *Mémoires de guerre*, annotées par François Kersaudy, vol. III, *La Grande Alliance*, *op. cit.*, p. 88.
4. Joshua Levine, *Operation Fortitude*, Collins, Londres, 2012.
5. TNA, KV 2/1811, John Desmond Bernal, Lettre de R. H. Hollis à J.D. Winniffrith, 22 décembre 1943.
6. Jonathan Rosenhead, *Operational Research at the Crossroads*, *op. cit.*, p. 6.
7. *Ibid.*, p. 5.
8. John Bernal, *Social Function of Science*, George Routledge, Londres, 1942, p. 32.
9. Dorothy M.C. Hodgkin, *John Desmond Bernal*, *op. cit.*, p. 67.
10. TNA, KV 2/1811, John Desmond Bernal, *Bernal, 60 Clifton Hill, N.W.8.*, 26 novembre 1940.
11. TNA, KV 2/1811, John Desmond Bernal, *Professor J.D. Bernal*, 11 juillet 1945.
12. *Ibid.*
13. TNA, KV 2/1811, John Desmond Bernal, sans nom, 10 juin 1945
14. TNA, KV 2/1811, John Desmond Bernal, Lettre de R. H. Hollis à l'ambassade américaine, 22 décembre 1943.
15. TNA, KV 2/3038, Geoffrey Nathaniel Joseph Pyke, *Personal Particulars, Pyke, Geoffrey Nathaniel Joseph*, 18 juin 1958.
16. TNA, KV 2/3038, Geoffrey Nathaniel Joseph Pyke, sans nom, 22 mars 1942.
17. Henry Hemming, *Churchill's Iceman*, *op. cit.*, p. 407-427.
18. TNA, KV 2/3038, Geoffrey Nathaniel Joseph Pyke, sans nom, 20 février 1952 ; *Ext. From letter S.B. concerning Wolfgang Foges*, 23 novembre 1950.
19. TNA, KV 2/3038, Geoffrey Nathaniel Joseph Pyke, *Metropolitan Police (Special Branch)*, 31 août 1948.

20. Henry Hemming, *Churchill's Iceman*, op. cit., p. 209.
21. TNA, KV 2/3031, Solly Zuckerman, alias Lord Zuckerman et KV 2/3218, Patrick Maynard Stuart Blackett.
22. Miranda Carter, *Anthony Blunt – His Lives*, Macmillan, Londres, 2001, p. 62.
23. Andrew Lownie, *Stalin's Englishman – The Lives of Guy Burgess*, Hodder & Stoughton, Londres, 2015, p. 97.
24. Ben Macintyre, *Kim Philby, L'espion qui trahissait ses amis*, Ixelles éditions, Bruxelles, 2014, p. 113-125.
25. Andrew Lownie, *Stalin's Englishman*, op. cit., p. 77.
26. Zdzisław Kapera, *Summary Report of the State of the Soviet Military Sigint*, op. cit., p. 254.
27. B. Jack Copeland et al., *Colossus*, op. cit., p. 4-6.
28. John Cairncross, *The Enigma Spy : The Story of the Man Who Changed the Course of World War Two*, Century, Londres, 1997.
29. Guillaume Bourgeois, *La Véritable Histoire de l'Orchestre rouge*, Nouveau Monde, Paris, 2015, p. 386.
30. Ben Macintyre, *Kim Philby*, op. cit., p. 310-311, p. 322.
31. Miranda Carter, *Anthony Blunt*, op. cit., p. 451-453.
32. TNA, CAB 301/270, John Cairncross, *Former Member of the Foreign Service : Confession to Spying*, sans nom, Top secret and strictly personal, Prime Minister, 19 février 1964.
33. Ben Macintyre, *Kim Philby*, op. cit., p. 123-124.
34. TNA, KV 2/3038, Geoffrey Nathaniel Joseph Pyke, Lettre de Stuart Campbell à Louis Mountbatten, 24 octobre 1939.
35. Charmian Brinson & Richard Dove, *A Matter of Intelligence : MI5 and the Surveillance of Anti-Nazi Refugees, 1933-50*, Oxford University Press, Oxford, 2016, p. 1-2.
36. Alexei B. Kojevnikov, *Stalin's Great Science*, Imperial College, Londres, 2004, p. 2.
37. Arkadii Kruglov, *The History of the Soviet Atomic Industry*, CRC Press, Boca Raton, 2002, p. 14.
38. *Ibid.*, p. 16.
39. David Holloway, *Stalin and the Bomb*, Yale University Press, New Haven, 1996, p. 79.
40. Andrew Lwonie, *Stalin's Englishman*, op. cit., p. 107.
41. Robert Chadwell Williams, *Klaus Fuchs, Atom Spy*, Harvard University Press, Cambridge, 1987, p. 181.
42. Jean Medawar & David Pyke, *Hitler's Gift*, op. cit., p. 85-87.
43. Richard Rhodes, *Dark Sun : The Making Of The Hydrogen Bomb*, Simon and Schuster, New York, 2012, p. 56.
44. Arkadii Kruglov, *The History of the Soviet Atomic Industry*, op. cit., p. 22-23.
45. David Holloway, *Stalin and the Bomb*, op. cit., p. 91.
46. *Ibid.*, p. 104.
47. Mary Meinking, *Dropping of the Atomic Bombs*, Minneapolis, 2015, p. 37.
48. Neil J. Sullivan, *The Prometheus Bomb : The Manhattan Project and Government in the Dark*, University of Nebraska Press, Lincoln, 2016, p. 153.
49. Norman Moss, *Klaus Fuchs, The Man Who Stole the Atom Bomb*, St Martin's Press, New York, 1987, p. 129-156.
50. Reginald Victor Jones, *La Guerre ultra-secrète*, op. cit., p. 445.
51. Les Soviétiques feront de même en 1946 avec l'opération *Osoaviakhim*. Annie Jacobsen, *Operation Paperclip*, Little, Brown & Co, Boston, 2014, p. XI-XIII ; p. 285.
52. Vivien Spitz, *Doctors from Hell*, op. cit., p. 65-83 ; Annie Jacobsen, *Operation Paperclip*, op. cit., p. 132.
53. Samuel A. Goudsmit, *L'Allemagne et le Secret atomique*, op. cit., p. 26.

54. *Ibid.*, p. 21.

55. À l'instar d'Erwin Ding-Schuler et Sigmund Rascher, August Hirt s'épargne la corde alliée en se suicidant en juin 1945.

56. Samuel A. Goudsmit, *L'Allemagne et le Secret atomique*, *op. cit.*, p. 77-78.

57. *Ibid.*, p. 97.

58. Kristie Macrakis, *Surviving the Swastika*, *op. cit.*, p. 94.

59. Samuel A. Goudsmit, *L'Allemagne et le Secret atomique*, *op. cit.*, p. 105.

60. Nicolas Chevassus-au-Louis, *Pourquoi Hitler n'a pas eu la bombe atomique*, *op. cit.*, p. 88-92.

61. L'ombre du doute persiste malgré tout après guerre, régulièrement entretenu par des découvertes de « preuves » sur des armes nucléaires nazies, reposant le plus souvent sur des témoignages invérifiables.

62. Stanley Goldberg & Thomas Powers, *Declassified Files Reopen "Nazi Bomb" Debate*, *op. cit.*, p. 38.

63. *Ibid.*, p. 40.

64. Samuel A. Goudsmit, *L'Allemagne et le Secret atomique*, *op. cit.*, p. 11.

